

석 사 학 위 논 문

목질계 고품 연료 보급화에서의 군의 역할

유기웅(柳基雄)

환경공학

연세대학교 보건환경대학원

2013

목질계 고품 연료 보급화에서의 군의 역할

**The Role of Military in the Supply of Wood Fuel**

# **The Role of Military in the Supply of Wood Fuel**

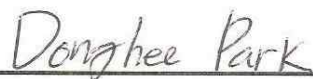
by

**Kiwoong Yoo**  
**Department of Environmental Engineering**  
**Yonsei University**

**A thesis submitted to the faculty of Yonsei University  
in partial fulfillment of the requirements for the degree of  
Master of Science in Environmental Engineering**

**Wonju, Korea**  
**December 21, 2012**

Approved by




---

**Major Advisor**

유기웅의 석사 학위 논문을 인준함

심 사 위 원 박 동 희 

심 사 위 원 노 현 석 

심 사 위 원 주 과 건 

연세대학교 보건환경대학원

2013년 2월 일

연세대학교                      유 기 응 Ki-woong Yoo  
보건환경대학원                목질계 고형 연료 보급화에서의 군의 역할  
환경공학                        (The Role of Military in the Supply of Wood Fuel)  
2013, 139 pages,  
논문지도교수: 박 동 회

## 요약문

기후변화와 온실가스문제라는 환경문제와 화석연료의 고갈 위험, 에너지 무기화 등 최근의 국제적 화두로 인하여, 지속가능한 성장을 위한 대안으로 저탄소 녹색성장이 국가 경쟁력의 원천으로 인식, 시장선점을 위한 국가간 경쟁이 본격화 되고 있다.

특히, 전 세계를 강타한 금융위기는 신재생에너지 등 미래 기술과 시장에 대한 관심을 촉발시키는 계기가 되었으며, 국내에서도 저탄소 녹색성장을 국가 발전의 agenda로 설정, 전 산업분야의 녹색화를 강도 높게 추진해 나가고 있어 목질계 고형연료 분야도 신 성장동력 산업으로 업계의 높은 관심을 받고 있는 실정이다.

우리나라의 경우 10년 국내 총 1차에너지 총 공급량은 262.6백만 TOE이며[부록 9], 신재생에너지 비율은 2.61%로 매우 낮은 수준을 보이고 있어, 그만큼 시장가능성과 성장 가능성이 매우 많이 남아있는 것으로 평가 할 수 있다. 더욱이 에너지의 97%를 수입하면서도 국내 잠재량이 풍부한 폐자원, 산림 등 (약 39억 TOE 추정)의 활용노력이 미흡하여, 이들 바이오매스, 폐자원의 에너지화 가능성은 중요하고도 매우 시급한 분야라고 할 수 있다.

하지만, 2030년 기준으로 정부목재펠릿 생산목표량과 목질계연료 사용 전망의 차는 2067.6천TOE/년이며, 이는 정부의 환경 지표 달성을 위해 어떠한 중간의 소비계층에서 목질계 고형연료의 사용전망에 따른 격차를 줄여줄 수 있는 소비처 역할을 담당해주어야 한다는 결론이 도출된다.

점진적으로 국가 환경정책지표 달성을 위해 우리 군이 정부가 정해놓은 목질계 연료 보급 목표량 달성을 위해 중간 소비계층으로서의 군이 역할을 한다면 국방 예산 뿐만 아니라 CO<sub>2</sub> 절감에 크게 영향력을 미칠 것으로 기대할 수 있을 것이다.

우리 군은 2010년부터 도입한 군 부대 펠릿보일러 운용 시범사업을 통해 추가소비자 역할 기대하고 있으며, 만약 군 부대 전체 난방보일러를 펠릿보일러로 교체 하였을 시 예산절감 효과는 보일러 등유 난방비로 약 222억 8천만원/년이고, 이를 목재펠릿으로 교체하였을 때는 난방비가 약 111억 7천6백만원/년 이다. 따라서 약 111억원/년의 예산 절감효과를 볼 수 있겠으며, 이는 물가상승률 3% 고려시 2030년 기준으로 약 188억원을 절감 할 수 있는 것이다.

그러나, 2030년 기준으로 정부목재펠릿 생산목표량과 목질계연료 사용전망의 차가 2067.6천TOE/년에 비해 군 부대 전체로 보았을 때 군 부대의 난방용 유류를 펠릿보일러로 모두 바꾸어도 15천TOE/년이므로 현재로서는 군 부대 만으로는 대안이 없는 것이 현실이다.

따라서, 정부는 군부대 난방/온수용 보일러포함, 다른 소비계층을 적극 발굴해 나가야할 것이고, 더 나아가서는 CO<sub>2</sub> 절감 등 환경문제의 해결 외에 경제적 부가가치 창출, 일자리 창출 등 시대적 요구를 해결하는데도 기여할 수 있을 것이다.

## 목 차

제1장 서론	1
제2장 목질계 연료 보급 현황 및 전망	5
2.1 목질계 고형연료	5
2.1.1 목질계 바이오매스 분류	5
2.1.1.1 폐기목재	6
2.1.1.2 벌목재	8
2.1.2 목질계 바이오매스 연료 형태 및 특성	10
2.1.2.1 우드칩(Wood Chip)	10
2.1.2.2 우드펠릿(Wood Pellet)	10
2.1.2.3 우드브리켓(Wood Briquette)	11
2.1.2.4 목탄	12
2.2 국내외 보급 현황 및 전망	12
2.2.1 세계 목재펠릿의 개발 및 성장배경	12
2.2.2 세계 목재펠릿의 사용동향 및 전망	13
2.2.3 세계 목재펠릿의 이용실태	14
2.2.4 선진국의 목재펠릿 산업화 성공요인	15
2.2.5 국외보급현황 및 전망	17
2.2.5.1 프랑스	17
2.2.5.2 스웨덴	19
2.2.5.3 독일	20
2.2.5.4 미국	26
2.2.5.5 일본	28
2.2.5.6 대한민국	29

<b>제3장 목질계 고형연료 보급 시 군의 역할</b>	31
<b>3.1 군 에너지 정책</b>	31
3.1.1 저탄소 녹색성장의 개념	31
3.1.1.1 저탄소 녹색성장 패러다임의 출현 배경	31
3.1.1.2 국내외적 여건의 변화	33
3.1.1.3 주요 선진국의 저탄소 녹색성장 정책	35
3.1.1.4 탄소배출권 거래시장의 형성	41
3.1.2 저탄소, 에너지 절감형 국방운영	45
<b>3.2 목질계 고형연료 군 보급 전망</b>	50
3.2.1 목재펠릿의 이용여건	51
3.2.1.1 목재펠릿의 수요 잠재력	51
3.2.1.2 목재펠릿의 공급 잠재력	52
3.2.1.3 목재펠릿 활성화 대책	54
3.2.1.4 세부 추진계획	56
<b>3.3 군 펠릿 보일러 설치 현황</b>	75
3.3.1 초기 수요창출을 위한 공공부문 이용확대	75
<b>3.4 군 목질계 고형연료 사용 전망</b>	79
3.4.1 1차에너지 수요전망	79
3.4.2 바이오연료 부문 현황 및 전망	80
3.4.3 바이오가스 부문 현황 및 전망	83
3.4.4 목질계 연료 보급 전망	84
3.4.5 목질계 연료 사용 전망	86
<b>3.5 목질계 고형연료 보급화 시 군의 역할</b>	89
3.5.1 펠릿보일러 경제성	94
 <b>제4장 결론</b>	 100
 <b>참고문헌</b>	 104
 <b>부록</b>	 105



## 그 립 목 차

[그림 1] 신·재생에너지 보급 확대 비교	2
[그림 2] 산림의 탄소순환 개념도	3
[그림 3] 목질계 바이오매스의 분류	5
[그림 4] 숲가꾸기 사업 소경재 수집가능지	9
[그림 5] EU의 목재펠릿 산업의 성장배경	13
[그림 6] 오스트리아의 난방유와 목재펠릿 가격비교(2000 ~ 2009)	16
[그림 7] 시설원예용 펠릿보일러 이용사례	57
[그림 8] 산림탄소순환마을 개념도	59
[그림 9] 목재펠릿 생산기지 인도네시아 진출 현황	65
[그림 10] 바이오가스(매립지 가스포함) 보급 중장기 추진전략	84

## 표 목 차

[표1] 산림 바이오매스 가공형태 별 유형	3
[표2] 산림유형별 바이오매스양 산출방법 및 수종별 관련 계수	9
[표3] 세계 주요국의 목재펠릿 시장현황(2008년)	14
[표4] 주요국의 목재펠릿 이용실태	15
[표5] IEA,2003,Energy Policies of IEA Countries, Sweden 2004 review	18
[표6] 스웨덴의 전력인증서 의무비율	20
[표7] 독일의 목질계 바이오매스 / 전력 생산량 (왼쪽)과 연감 증감율	23
[표8] 독일의 목질계 바이오매스 열 생산량 변화	25
[표9] 미국의 바이오에너지 및 바이오기반 제품의 비전목표	26
[표10] 지역별 바이오매스 생성량	30
[표11] 주요국의 온실가스 감축 목표와 시행대책	36
[표12] 주요 선진국의 녹색성장 전략	37
[표13] 국방 녹색성장의 3대 전략 및 7대 정책 과제	49
[표14] '10년 육군 신·재생에너지 시설 설치 추진 실적 및 계획	51
[표15] 농가 가구 별 난방 기구 현황	51
[표16] 국내 목재펠릿 공급 가능량	53
[표17] 산림바이오매스 발생 및 이용 잠재량	53
[표18] 목재펠릿 활성화 추진전략	54
[표19] 목재펠릿 수급전망	55
[표20] 연도별 보급량 증가 추정	56
[표21] 연도별 보급량 증가 추정	58
[표22] 연도별 보급량 증가 추정	60
[표23] 목재 펠릿의 발전용 혼소시험	61
[표24] 임산폐기물칩의 산업용·발전용 이용	62
[표25] 목재펠릿 국고보조 제조시설 현황	63

[표26] 목재펠릿 순수 민간투자 제조시설 현황	64
[표27] 연도별 국내 펠릿 제조시설 지원계획	64
[표28] 목재펠릿 생산시설 설치 현황	65
[표29] 목재펠릿 원료공급 MOU 체결 현황('09년)	66
[표30] '10년도 작업도 및 기계장비 보급 확대	67
[표31] 목재펠릿의 품질기준	69
[표32] 목재펠릿 기술개발 추진 현황	72
[표33] 목재펠릿 보급에 따른 경제 가치 창출 전망	74
[표34] 군부대 펠릿보일러 설치 현황	76
[표35] 설치현황	77
[표36] 절감효과	77
[표37] 육군 제 15사단 펠릿보일러 설치 현황	78
[표38] 절감효과	79
[표39] 신재생에너지 보급 전망	80
[표40] 국내 휘발유 · 경유 소비량	81
[표41] 국내 휘발유 · 경유 소비 전망	82
[표42] 바이오가스(매립지가스 포함) 및 기타	83
[표43] 목재펠릿 에너지 활용대책	85
[표44] 목질계 연료 사용전망	85
[표45] 목재펠릿 수요전망(2012 ~ 2017)	87
[표46] 목질계연료 사용 전망 평균 증가율 계산	87
[표47] 목질계연료 사용 전망 평균 증가율 적용 2020,30,50년 사용전망 계산량	88
[표48] 목재펠릿 환산계수(0.45TOE)적용 목질계연료 사용 전망 값	89
[표49] 목질계 연료 보급목표량 / 생산목표량 / 사용전망 비교	90
[표50] 군부대 난방용 유류 소모현황	90

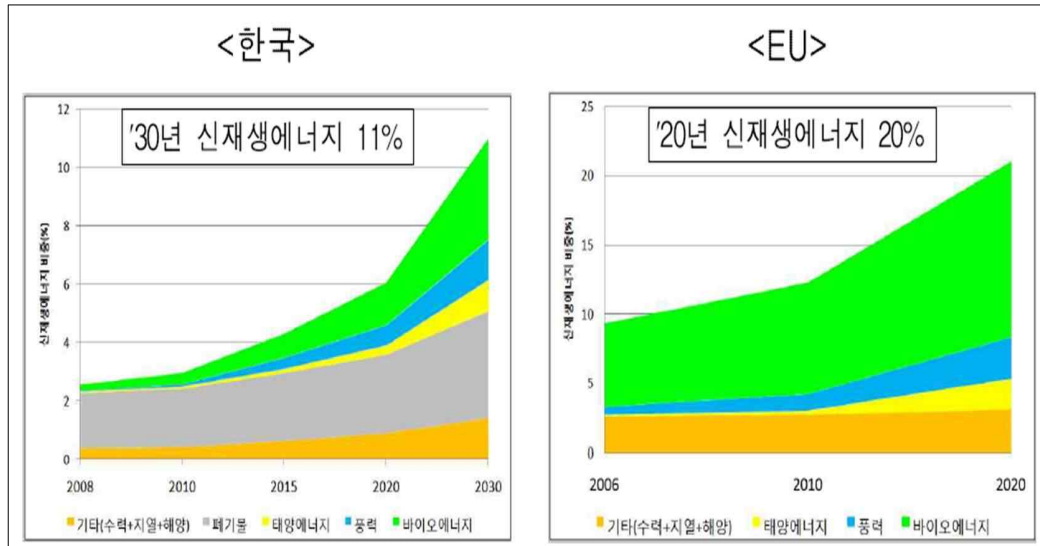
[표51] 화석연료별 CO <sub>2</sub> 저감량	92
[표52] 목재펠릿 1톤의 CO <sub>2</sub> 저감량	92
[표53] CO <sub>2</sub> 저감량을 탄소배출권으로 계산	92
[표54] 용도지역별 건축 제한	93
[표55] 대기오염물질 배출계수(환경과학원 고시)	93
[표56] 오염물질 배출 기준(대기환경보전법시행규칙 별표8)	94
[표57] 난방연료 단가 비교표(부록 26)	95
[표58] 난방용 보일러(300,000kcal)	96
[표59] 온수용 보일러(100,000kcal)	97

## 제1장 서론

인류역사가 시작 이래 지구촌이 지금까지 소비한 에너지량은 석유 5천6백억 배럴 또는 천연가스 40조 입방미터로 추산하고 있다. 이중 1850년부터 1950년까지 100년 동안에, 그때까지 지구촌이 소비한 에너지의 절반가량을 소비하였으며, 그 후 100년간(1950-2050)에는 이의 8배에서 10배에 달하는 에너지를 쓸 것으로 내다보고 있다. 다시 말해 에너지가 기하급수적으로 늘어나고 있는 것이다 그런데 문제는 이처럼 막대한 에너지소비량의 대부분을 석탄, 석유 등 화석연료에 의존하고 있다는 점이다. 특히 석유는 공급원이 정치적으로 불안정한 중동지역에 몰려 있어 세계의 에너지 수급사정은 더욱 불안할 수밖에 없다.

현재 우리나라도 마찬가지이다. 국가 에너지 안보측면에서 해외 의존도를 줄이고, 자립 가능한 에너지를 찾아내고 확대하는 것이 정부가 정책적으로 해결책이 필요한 시점이다. '07년 에너지 수입의존율은 97%(석유 79%, 석탄 6%, LNG 13%)였으며, '30년 유가는 배럴당 200\$ 수준까지 상승할 것으로 전망된다.(IEA) 유가 10% 상승시 물가 0.23% 상승, GDP 0.35% 감소하게 된다.(신재생에너지 백서 '08)

정부는 '30년까지 신재생에너지 11% 보급을 골자로 한 『국가에너지 기본계획』을 수립('08. 8)하였다. 신재생에너지 보급목표는 ('12) 3.5% → ('20) 6.1% → ('30) 11%으로 점차 확대할 계획이다. 신·재생 에너지 보급·확대에 있어서 산림 바이오매스는 조기에 가시적인 성과 창출이 가능하고 중장기적으로도 기여도가 높은 대체연료이다.

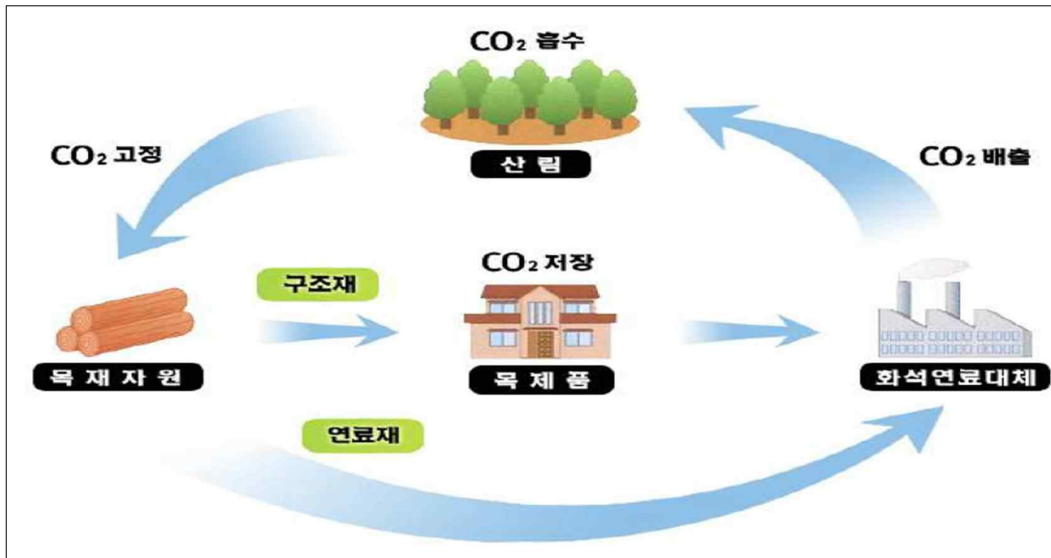


[그림 1] 신·재생에너지 보급·확대 비교

산림바이오매스 이용은 연료대체(에너지로 활용 시 목재 1m³은 원유 0.2톤 대체)뿐만 아니라 산림내 탄소흡수원을 증대시켜 기후변화 대응에 유력한 수단으로 활용될 수 있다. IPCC(Intergovernmental Panel on Climate Change)는 기후변화 대안 중 산림바이오매스가 유연성과 비용 대비 효과가 높다고 평가하고 바이오에너지의 화석연료 대체를 권고하였다. 이러한 이유로 탄소순환매커니즘을 통한 산림자원의 효율적 이용이 앞으로 중요한 과제가 될 것으로 보인다.

산림바이오 매스는 원료조달 여건 상 농산촌의 에너지원으로서 풍부한 잠재력을 보유하고 있다. 농산촌의 에너지원이 주로 석유류에 의존하고 있으므로 경제성, 사용 편리성이 확보될 경우연료로서 대체가 가능할 것으로 보이며, 선진국에서는 이미 농산촌 지역의 바이오매스 자원을 이용한 지역에너지 자립모델 프로젝트를 진행하고 있다.

산림바이오매스는 가공형태에 따라 목재칩, 목재펠릿 등 다양한 에너지원으로 이용이 가능하다.



[그림 2] 산림의 탄소순환 개념도

[표1] 산림 바이오매스 가공형태 별 유형

구 분	임산폐기물	장작	목재칩	목재펠릿
원/Mcal	18	56	59	89
가격	45천 원/톤	150천 원/톤	160천 원/톤	400천 원/톤
발열량	2,500Kcal/kg	2,700Kcal/kg	2,700Kcal/kg	4,500Kcal/kg
장점	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 폐기물 재활용</li> <li>• 생산비 매우저렴</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 별도가공 불필요</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 제조공정 단순</li> <li>• 생산비 저렴</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 이용이 편리</li> <li>• 오염배출 최소</li> </ul>
단점	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 재(Ash) 발생 과다</li> <li>• 칩으로 가공필요</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 재(Ash) 발생 과다</li> <li>• 수요처 한정</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 저장시설 요구</li> <li>• 가정용은 맞은고장</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 제조공정 복잡</li> <li>• 제조비용 상당</li> </ul>
주용도	• 열병합발전	• 농가주택, 찜질방	• 중대형 난방	• 소규모 난방

목재펠릿은 제재 부산물 또는 숲가꾸기 산물 등을 톱밥으로 파쇄한 후 압축하여 만든 청정 연료이다. 목재펠릿은 밀도를 약 3배 정도 압축하여 단위 중량당 발열량을 크게 증가시키고, 형태와 크기를 일정하게 하여 정량공급이 가능하다. 목재펠릿은 다른 목질계 연료보다 균질성, 사용 편리성, 친환경성, 운송·보관의 용이성 등에서 우수하다. 또한, 목재 성분인 리그닌이 접착제 역할을 하여 별도의 첨가제를 사용하지 않는 무공해 친환경 연료이고(목재성분 : 셀룰로오스 40~50%, 헤미셀룰로오스 20~35%, 리그닌 15~35%), 기후변화협약에서 온실가스 배출이 없는 것으로 인정되었다. 하지만, 연료점화시간이 오래 걸리고(2~3분), 보일러 가격이 고가인 단점은 추가적으로 발전시켜야 할 과제이다.

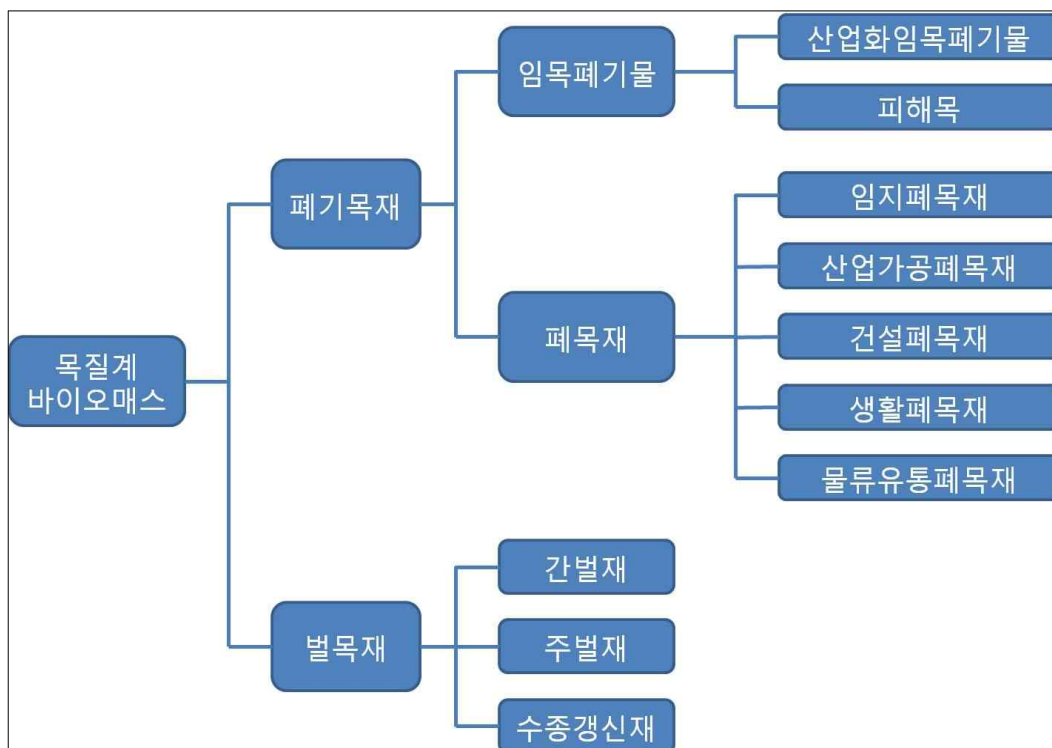


## 제2장 목질계 연료 보급 현황 및 전망

### 2.1. 목질계 고형연료

#### 2.1.1. 목질계 바이오매스 분류

목질계 바이오매스는 셀룰로오스 (cellulose)가 포함된 나무, 초본식물을 의미하며 이들에서 파생된 제품이나 그것의 폐기물 즉 목재, 폐목재, 종이 등을 포함한다. 여기에서는 목질계 바이오매스를 나무와 이에서 파생된 제품 및 폐기물로 한정하기로 한다. 목질계 바이오매스는 그 자체를 사용할 목적으로 확보한 벌목재와 다른 목적이나 다른 활동의 부산물로 발생하는 폐기목재로 구분된다.



[그림 3] 목질계 바이오매스의 분류

#### 2.1.1.1. 폐기목재

산림훼손으로 발생하는 목재 폐기물이나 산업활동 과정에서 발생하는 목재 잔여물, 그리고 다양한 용도로 사용된 후 폐기되는 목재를 의미한다. 폐기목재는 다시 목재의 사용을 목적으로 하지 않은 상태에서 발생하는 임목폐기물과 목재의 사용을 목적으로 하는 인간의 활동에서 발생하는 폐목재로 구분된다.

##### I) 임목폐기물

산업활동이나 자연재해 등으로 인한 산림훼손으로 인해 발생하는 목재 폐기물을 의미하며, 발생원에 따라 산업화임목폐기물과 피해목으로 구분된다.

##### i) 산업화임목폐기물

도로공사, 도시건설, 산업단지 건설 등과 같은 토목공사 및 건설공사 과정에서 벌채 제근으로 인해 발생하는 목재 폐기물로 주로 잔가지, 뿌리로 구성된다.

##### ii) 피해목

산불, 산사태 등의 자연재해와 병해충으로 인해 발생하는 목재 폐기물로 주로 나무줄기나 잔가지로 구성된다. 2000년에 임목폐기물이 건설폐기물로 분류되고 매립·소각에 의한 처리가 금지되어 관련 산업은 아직 시장형성 단계에 있다.

##### II) 폐목재

목재를 가공하거나 사용 후 폐기하는 과정에서 발생하는 목재 폐기물로서 원목 및 목제품 가공 시 발생하는 목재잔여물(임지폐목재, 산업가공폐목재)과 목제품으로 사용된 후 폐기되는 목재(건설폐목재, 생활폐목재, 물류유통폐목재)로 구분된다.

i) 임지폐목재

주벌이나 육림 등의 산림작업으로 발생하는 폐잔재로서 임지폐목재의 발생량은 산출된 벌채량에 조재율을 적용하여 산출된다. 조재율은 주벌, 수종갱신 및 기타를 벌기령 40년생을 기준으로 0.85, 간벌은 20년생을 기준으로 0.6을 적용한다.

$$\text{임지폐목재발생량} = \frac{1 - \text{조재율}}{\text{조재율}} \times \text{원목량}$$

ii) 산업가공폐목재

목재관련 사업장에서 부산물로 발생하는 폐목재로서 제재, 합판, 펄프 등을 생산하는 과정에서 발생하는 1차 가공폐목재와 가구, 악기, 건구재 등을 생산하는 과정에서 발생하는 2차 가공폐목재로 분류할 수 있다.

iii) 건설폐목재

건물의 신축 및 해체 시 폐기되는 목재와 토목공사 시 폐기되는 목재로서 발생원에 따라 건축폐목재, 토목폐목재, 특수폐목재로 구분된다.

- 건축폐목재 : 철근·철골조, 발전소, 위험물 저장소
- 토목폐목재 : 항만, 철도, 터널, 상하수도 등
- 특수폐목재 : 준설, 철간재 설치 등

건설폐목재는 대부분이 매립·소각 되고 있으며 매우 적은 양이 재생 보드나 연료로 재활용되고 있다.

iv) 생활폐목재

생활 폐기물 중 목재류에 해당하는 폐기물로서 생활폐기물은 폐기물관리 법에서 정의하는 폐기물 중, 사업장폐기물을 제외한 폐기물을 의미

한다. 이때 사업장폐기물은 대기환경보전법·수질환경보전법 또는  
 폐음·진동규제법의 규정에 의하여 배출시설을 설치·운영하는 사업장,  
 기타 대통령이 정하는 사업장에서 발생하는 폐기물을 의미한다. 대부분의  
 생활폐목재는 매립, 소각되고 있으며 재활용이나 재이용은 거의 이루어  
 지지 않고 있다.

#### v) 물류유통폐목재

일정 상품의 유통과정에서 보관·운반·관리를 원활히 하기 위해 일정  
 기간 사용된 후 용도가 폐기된 목재로서 폐파렛트, 폐수입포장상자,  
 폐전선드럼, 폐어상자, 폐과일상자 등이 있다.

#### 2.1.1.2. 별목재

산림의 관리 및 경영과정에서 발생하며 발생원별로 주별목, 간별목,  
 수종갱신목 등으로 구분된다. 별목재의 대부분은 주별 및 간별 과정에서  
 발생하여 이물질이 거의 없고 성상이 비교적 균일하여 건조 후 우드칩  
 으로 생산하면 좋은 연료가 될 수 있다. 조림사업, 사방사업, 산림보호  
 사업 등이 성공을 거두면서 산림의 성숙화로 산림축적량이 증가 추세이  
 므로 향후 활용 가능성이 높다. 바이오매스 잠재량은 줄기뿐만아니라  
 가지, 잎, 뿌리 등도 포함하여 측정되는데, 바이오매스량을 산출하기  
 위해서는 전건비중, 지상부 확장계수, 뿌리/지상부 현존량비 등을 이용  
 한다.

<p>전체바이오매스량 =  <math display="block">\text{줄기재적(산림축적)} \times \text{전건비중} \times \text{지상부확장계수} \times (\text{뿌리/지상부현존량})</math></p>
--

[표2] 산림유형별 바이오매스량 산출방법 및 수종별 관련 계수

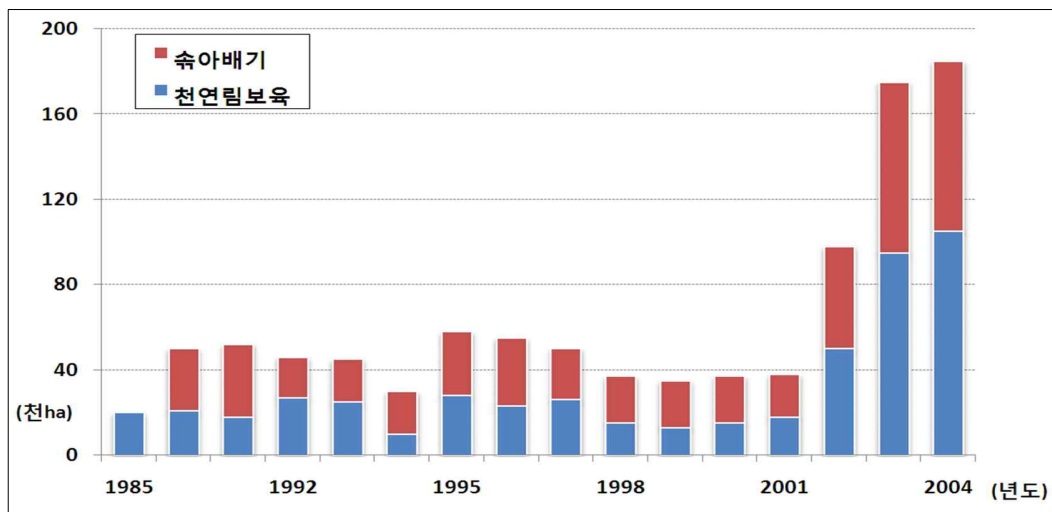
산림유형	줄기재적 (천㎡)	전건비중 (톤/㎡)	줄기 바이오매스 (천톤)	지상부 확장계수	뿌리/지상부 현존량	전체 바이오매스 (천톤)
	A	B	C	D	E	F
침엽수림		0.47	A×B	1.29	1.28	C×D×E
활엽수림		0.80		1.22	1.41	
혼합림		0.64		1.26	1.35	

\* 출처: 우리나라산 주요 목재의 성질과 용도, 임업연구원, 1994

국내 삼림바이오매스 생산에 관한 연구와 동향, 임산에너지, 1988

#### I) 간벌재

나무들에 알맞은 생육공간을 확보하기 위해 수목의 성장이 거의 이루어진 산림에서 비교적 굵은 나무들을 솎아내는 작업을 간벌이라 하고 이러한 간벌을 통해 발생하는 목재를 간벌재라 한다. 이러한 숲가꾸기 작업 가운데 주로 바이오매스로 활용할 수 있는 작업으로는 솎아베기와 천연림 보육작업이 있다.



[그림 4] 숲가꾸기 사업 소경재 수집가능지

## Ⅱ) 주벌재

벌기에 달한 성숙목을 이용하기 위해 실시하는 벌채를 주벌이라 하고 이러한 주벌을 통해 발생한 목재를 주벌재라 한다.

## Ⅲ) 수종갱신재

고급목재를 생산하기 위한 경제수종을 식재하기 위해 기존의 나무를 벌채하는 작업을 수종갱신이라고 하며 이러한 수종갱신을 통해 발생하는 목재를 수종갱신재라 한다.

### 2.1.2. 목질계 바이오매스 연료 형태 및 특성

#### 2.1.2.1. 우드칩(Wood Chip)

우드칩은 목제품 제조원료 및 연료 생산을 목적으로 우드칩 파쇄기를 이용하여 잘게 절삭한 목재조각을 의미한다. 크기는 담배 크기에서 작은 성냥갑 정도(50~150mm)로, 가공비 및 가공 시 에너지 소비가 적으나 대용량의 설비를 필요로 한다. 폐목재로부터 제조하는 우드칩의 경우, 금속, 토사와 같은 이물질과 화학물질 코팅이 없는 전선드럼, 비계목, 받침목 등을 파쇄하여 생산할 수 있고, 이 경우 양질의 우드칩을 생산할 수 있다. 그러나 벌목재 및 임목폐기물 우드칩의 경우, 폐목재 우드칩과 달리 토사함량이나 수분함량이 높기 때문에 양질의 우드칩을 생산하는데 한계가 있다.

#### 2.1.2.2. 우드펠릿(Wood Pellet)

우드펠릿은 목재 가공과정에서 발생하는 건조된 목재 잔재(일반적으로

톱밥)를 압축하여 생산하는 작은 원통모양의 표준화된 목질계 연료를 말한다. 화학적 결합물질의 첨가 없이 고압으로 압축되어 생산되며, 크기는 직경 4~10mm, 길이 20~50mm 정도이다. 함수율은 우드칩에 비해 낮아서 약 10wt% 수준이며, 다른 형태의 목질계 연료에 비해 에너지 밀도가 높으며 운반이 용이하다. 또한 우드칩에 비해 열량이 높아서 1m<sup>3</sup>의 석유에 해당하는 열량을 발생시키기 위해 우드펠릿은 3m<sup>3</sup>가 필요하지만, 우드펠릿의 생산에 필요한 에너지량은 생산된 우드펠릿 에너지량의 약 5% 정도로 우드칩에 비해 큰 편이다. 연기와 타르의 발생이 적으며 이용하기에 편리하다.

#### 2.1.2.3. 우드브리켓(Wood Briquette)

우드브리켓은 느슨한 바이오매스 연료를 일정한 밀도로 압축하여 생산한 고품질의 연료를 의미한다. 우드브리켓은 목재를 그대로 이용하는 것에 비해 효율을 향상시킬 수 있으며 오염물질 배출을 저감할 수 있을 뿐 아니라, 수송 및 저장이 용이하고 기계적으로 다루기도 수월하다. 모든 농업 또는 임업 부산물을 이용하여 제조가 가능하지만 상대적으로 수분이 적은(15% 이하)바이오매스 폐기물이 브리켓의 생산에 유리하다. 브리켓은 기본적으로 특정 산업의 틈새시장을 목표로 제조하여, 몇몇 국가에서만 요리용이나 난방용으로 연료목재나 다른 비정재 바이오매스와 비교하여 경쟁력을 확보하고 있다. 일반적으로 브리켓은 바이오매스 폐기물이 무료이거나 처리비용을 받고 회수될 때 가격경쟁력을 확보할 수 있다. 원료가격이 0이라고 가정할 때 브리켓의 생산가격은 톤당 20~36달러 정도이다. 브라질의 경우 전력가격이 낮고 제재소 폐기물이 풍부하여

대규모 브리켓 생산이 가능하기 때문에 생산단가 범위 중 하한에 해당하며, 연료목재의 가격이 평균보다 높은 인도나 아프리카 일부 지역에서는 브리켓을 가정용으로 사용하기도 한다. 그러나 대부분의 국가에서 이러한 생산가는 연료목재 보다 높은 수준이기에 시장진입을 하지 못하는 실정이다.

#### 2.1.2.4. 목탄

목탄은 산소가 불충분한 밀폐된 공간에서 원료물질(목재)을 서서히 가열하여 수분과 휘발성 물질을 제거, 탄소만 남기는 방법으로 제조된 고체 생성물을 의미한다. 목탄은 미가공 바이오매스에 비해 고품질 연료로, 연기나 오염원 배출이 적고 에너지 밀도가 높으며 운반 및 저장에 용이하다. 농업 잔류물 등의 무가 바이오매스가 존재하지 않는 도시 지역에서 요리용 연료로 주로 사용되며 브라질의 경우 철강산업에 이용하기도 한다. 목탄 자체는 미가공 바이오매스에 비해 에너지 효율이 높지만 목탄의 제조과정을 고려할 경우 오히려 효율이 낮다.

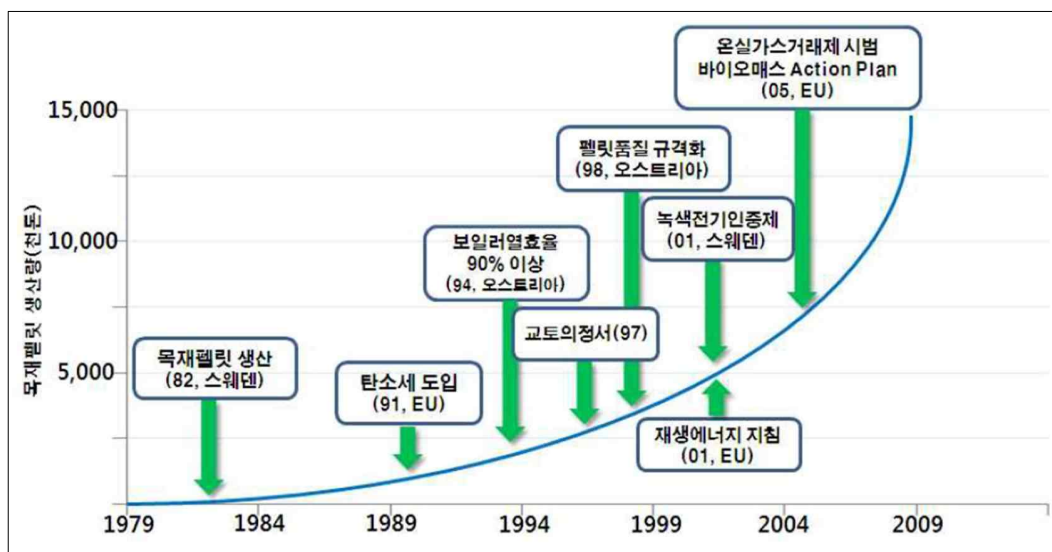
## 2.2. 국내외 보급 현황 및 전망

### 2.2.1. 세계 목재펠릿의 개발 및 성장배경

목재펠릿은 '70년대 오일쇼크를 계기로 미국(오레곤주)에서 대체에너지원으로 개발되었으나 유가하락 등으로 활성화 되지 못하였다. 유럽의 펠릿생산은 '82년 스웨덴에서 시작되었지만, 유가하락과 목재산업 보호 정책으로 정체되었다.



'90년대 후반부터 탄소세 도입, 교토의정서 발효, 유가가 상승 등에 따라 유럽국가를 중심으로 펠릿산업이 꾸준히 성장하였다. '91년 EU 에너지 환경각료 회의에서 화석연료에 탄소세 도입하였고, '01년 EU의 '재생에너지 지침'으로 재생에너지 사용 전기생산이 촉진되었다. (녹색전기인증제(스웨덴, 2001), 녹색전기법(핀란드, 2003) 등 국가별 제도 마련) 또한, '05년 EU의 '바이오매스 액션플랜'으로 바이오매스 에너지이용이 확대되었다.(바이오매스 에너지이용(난방, 발전, 수송) : ('03) 6.9백만TOE → ('10) 15백만TOE)



[그림 5] EU의 목재펠릿 산업의 성장배경

## 2.2.2. 세계 목재펠릿의 사용동향 및 전망

세계 목재펠릿 생산은 지난 10년간 연평균 18% 증가해왔으며, '08년에는 약 1천만톤을 생산하였다. 현재 목재펠릿은 90%이상이 유럽과 북미

지역에서 생산되고 있고, 생산된 펠릿의 80%가 온실가스 감축의무를 이행중인 EU에서 소비 중이다.

[표3] 세계 주요국의 목재펠릿 시장현황(2008년) (개, 만톤)

구분	국가	공장수	생산도	생산량	소비량	수입량	수출량
유럽	스웨덴	94	220	141	185	40	15
	독일	50	233	146	90	-	56
	이태리	63	75	65	85	20	-
	오스트리아	25	100	63	51	15	25
	프랑스	60	139	24	20	3	6
	덴마크	13	31	13	106	93	4
	핀란드	24	72	38	15	1	23
	네덜란드	2	13	12	90	110	22
	벨기에	10	45	33	86	53	-
	러시아	77	120	55	10	-	45
	폴란드	21	67	34	12	-	22
북미	캐나다	124	200	140	23	-	111
	미국	97	270	180	194	34	20

세계 목재펠릿생산은 향후 연간 30% 이상 확대될 전망(FAO, '08)이다. '20년까지 전세계 펠릿수요는 1억 5천만톤에 이를 것으로 추정되며, EU는 2020년까지 20% 재생에너지 목표달성을 위해 연간 75백만톤(난방 50, 발전 25)의 펠릿을 사용할 계획이다.

### 2.2.3. 세계 목재펠릿의 이용실태

EU에서 목재펠릿은 난방(63%)과 발전(37%)에 이용되고 있으며, 국가별로 다소 차이가 있다. 독일, 오스트리아, 이태리는 주로 난방에 이용하며, 네덜란드, 벨기에는 주로 발전에 이용한다. 스웨덴, 덴마크, 핀란드는 난방과 발전을 겸용하여 이용한다.

[표4] 주요국의 목재펠릿 이용실태

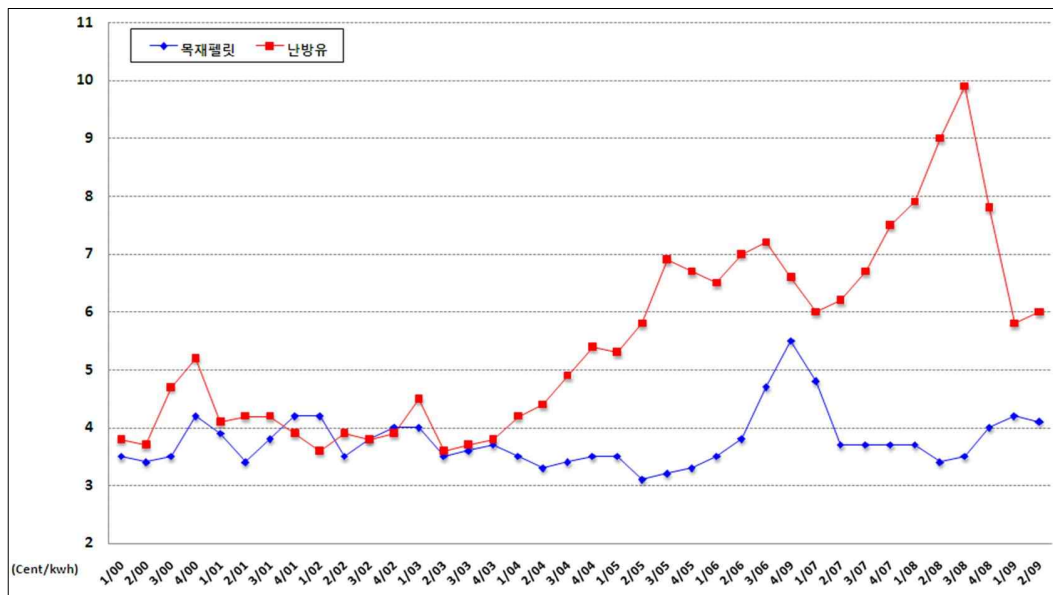
국 가	이 용 실 태
캐나다	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 세계최대 목재펠릿 수출국 (1.2백만톤, 60%는 유럽, 25%는 미국·일본)</li> <li>· BC주의 소나무줄 피해목(200~500만m<sup>3</sup>)을 이용 펠릿 생산 증대</li> </ul>
스웨덴	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 세계최대의 펠릿 소비국(1.85백만톤) <ul style="list-style-type: none"> <li>- 가정용(25Kw이하) 37%, 중규모(25Kw~2MW) 16%, 대규모 4</li> </ul> </li> <li>· '91년 탄소세, '02년 RPS가 도입되면서 펠릿 사용이 급증</li> </ul>
미국	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 지난해 세계 최대 펠릿 생산국(1.8백만톤)으로 급성장</li> <li>· 목재펠릿 스토브 약 1백만대 설치</li> </ul>
독일	<ul style="list-style-type: none"> <li>· EU 역내에서는 최대 펠릿 수출국(56만톤)</li> <li>· 국내수요는 거의 보일러와 지역난방에 사용</li> </ul>
오스트리아	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 전체 보일러중 펠릿보일러 비중이 가장 큰 나라(12.5%)</li> <li>· 국내수요는 대부분 가정 난방용</li> </ul>
이태리	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 유럽 최대의 펠릿 스토브 시장(70만대)</li> <li>· '08년 펠릿소비는 85만톤으로 '06년(39만톤) 대비 2배 이상 증가</li> </ul>
네덜란드	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 국내생산은 12만톤에 불과하지만, 캐나다 등으로부터 펠릿 수입을 통해 약 90만톤을 발전에 이용</li> </ul>
중국	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 펠릿생산의 신흥 도약국('11년 500만톤 계획)</li> <li>· 국내수요는 대부분 열병합발전으로 계획</li> </ul>
일본	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 펠릿생산은 '82년에 시작되었으나, '07년 펠릿시장규모는 33천톤</li> <li>· '08년부터 혼소발전용으로 캐나다에서 매년 6만톤씩 수입</li> </ul>

#### 2.2.4. 선진국의 목재펠릿 산업화 성공요인

첫째, 목재펠릿 생산에 필요한 원료의 원활한 조달을 들 수 있다. 목재펠릿 제조 시 필요한 원료는 톱밥이며, 주요 생산국들은 주로 목재가공 과정에서 나오는 톱밥으로 펠릿 생산한다.

둘째, 기후변화에 대응하기 위해 정책적으로 목재펠릿을 장려하였다. 펠릿보일러 및 바이오매스 발전에 대한 정부지원(보조금, 부가가치세 감면 등)으로 초기 수요창출에 성공하였으며, 온실가스 감축을 위해 재생에너지 이용이 늘어나면서, 비교적 도입이 용이한 목재펠릿의 열병합발전 및 혼소화력발전이 증가하였다.

셋째, '04년 이후 국제유가 상승으로 목재펠릿의 가격 경쟁력을 확보하였다.



[그림 6] 오스트리아의 난방유와 목재펠릿 가격비교(2000 ~ 2009)

넷째, 펠릿보일러 기술의 획기적 향상으로 소비자 신뢰를 구축하였다. 초기 잦은 보일러 고장으로 인한 불만을 기술개발로 극복하였고, 펠릿보일러 기술개발로 연소효율 개선 및 편리성이 증대되었다.

2007년 유럽연합의 목질계 바이오매스 생산량은 2006년에 비해 1%가 증가한 66.4백만TOE(Million Ton of Oil Equivalent)였다. 위와 같이

바이오매스 생산 증가율이 둔화된 것은 당시의 유럽지역 온화한 겨울 날씨로 바이오매스에 대한 구조적인 수요 위축이 있었던 것은 아닌 것으로 분석된다. 주로 프랑스와 스웨덴, 독일, 핀란드, 폴란드가 전체 유럽의 목질계 바이오매스 생산량의 58%를 차지하여 주도적인 바이오매스 생산 국가로 분류된다.

## 2.2.5. 국외보급현황 및 전망

### 2.2.5.1. 프랑스

프랑스는 유럽대륙에서 가장 넓은 임야와 풍부한 수력발전 잠재량, 수많은 지역에너지에 적합한 지역, 유럽에서 두 번째로 높은 풍력 잠재량, 세계 유일의 대형 조력발전소 등 재생에너지 생산에 적합한 천연자원 및 자연조건을 가지고 있다. 2005년 프랑스의 재생에너지 생산량은 총 에너지사용량의 5.7%(15.6MTOE)로 1980년대 이후 그 비중이 증가하지 않고 있다.(산업폐기물, 비 재생 생활 폐기물, 양수발전 제외) 바이오매스와 수력발전이 재생에너지 생산량 중 가장 큰 비중을 차지하고 있는데, 그 이유는 가격 경쟁력이 우수하기 때문이다. 2004년 목질계 바이오매스 사용량은 9.2MTOE로 총 에너지 사용량의 3.3% 수준이었다. 또한 2005년 재생에너지 발전량은 56.65TWh로 전체 발전량 570.6TWh의 9.9%를 차지하는 것으로 나타났다. 이 중 고체 바이오매스에 의한 발전량은 1.36TWh로 재생에너지 발전량의 2.4%를 차지하였다.

프랑스 재생에너지 정책의 원칙을 검토해보면, 하나, 모든 재생에너지 기술을 똑같이 보조하지 않고 둘, 경쟁력을 확보할 수 있는 재생에너지를

지원하며 셋, 경쟁력이 약한 재생에너지 산업의 경우 생산단가 절감을 위해 정부에서 R&D 지원을 한다는 것이다. 프랑스는 재생에너지 전력 생산의 목표가 2010년까지 프랑스의 전력생산량 중 21%를 재생에너지 전력으로 충당할 것으로 설정한 EU지침(EU directive)과 일치한다고 밝혔다. 이를 위해 재생에너지원별 2010년 목표 용량을 바이오매스의 경우 300~1,000MW, 폐기물은 200~700MW, 바이오가스는 100~500MW, 수력은 400~2,000MW, 풍력은 7,000 ~10,000MW 등으로 설정하였다.

프랑스의 대표적인 재생에너지 발전 보조정책은 기준가격제(FIT : Feed In Tariff)로 12MW 이하의 용량을 가진 발전소는 FIT의 대상이 된다. 12MW 이하의 발전소에 대한 FIT와 더불어 2004년부터 12MW 이상의 발전소에 대해서는 공개입찰을 통해 전력구매에 대한 장기계약을 체결하는 정책을 시행하였다.

[표5] IEA,2003,Energy Policies of IEA Countries, Sweden 2004 review

기술	시행일	계약기간	기준가격(eurocent / kWh)
풍력	2001. 6. 8	15년	첫 5년간 8.38 이후 10년간 지역에 따라 3.05~8.38
수력	2001. 6. 25	20년	용량에 따라 5.49 ~ 6.1 동절기에는 전력생산의 안정도에 따라 0 ~ 1.52
열병합	2001. 7. 31	12년	가스가격, 서비스 거리, 용량에 따라 6.1 ~ 9.15
폐기물	2001. 10. 2	15년	4.5 ~ 5.0, 효율개선에 따라 0 ~ 0.3 추가
LFG	2001. 10. 3	15년	용량에 따라 4.5 ~ 5.72 효율개선에 따라 0 ~ 0.3 추가
지열	2002. 3. 13	15년	7. 62, 효율개선에 따라 0 ~ 0.3 추가
태양광	2002. 3. 13	20년	프랑스 본토는 15.25, 코르시카와 해외령은 30.5
축산분뇨	2002. 3. 13	15년	4.5 ~ 5.0, 효율개선에 따라 0 ~ 0.3 추가
메탄가스	2002. 4. 16	15년	4.6, 효율개선에 따라 0 ~ 1.2 추가
바이오매스	2002. 4. 16	15년	4. 9, 효율개선에 따라 0 ~ 1.2 추가

프랑스는 또한 재생에너지를 이용한 열에너지 생산량을 증가시키기 위해, 2015년 까지 11~16MTOE까지 생산량을 증가시킬 계획을 수립하였다. 바이오매스의 경우 2015년까지 열병합 설비로부터 2.9MTOE의 열을 생산할 목표로 하고 있다. 따라서 이러한 열생산은 전력 생산 목표 달성에도 기여할 것으로 기대된다. 이를 위해 프랑스 정부는 2015년까지 1,500MW의 바이오매스 연소 열병합 설비를 설치할 계획이다.

#### 2.2.5.2. 스웨덴

2004년 스웨덴의 총에너지 사용량은 53.9MTOE이며 이중 목질계 바이오매스는 8.2MTOE로 그 비중이 15.2%에 달할 정도로 에너지믹스에서 중요한 역할을 담당하고 있다. 재생에너지 비중은 1990년 초반까지 24% 수준이었으나 1998년 이후 30% 수준으로 증가하였는데, 이는 1990년대 초반부터 적용된 세제로 바이오매스 사용량이 증가하였기 때문이다. 바이오매스 비중은 앞으로도 “Green tax shift”와 새로운 인증서 체제를 통한 또 다른 자원 확보를 증가시켜 나갈 계획이다. 수력은 저비용의 전력생산 에너지원으로 지속적으로 이용되어 왔고 비록 환경 문제가 고려되어야 하겠지만 앞으로도 스웨덴의 에너지믹스에서 중요한 역할을 할 것으로 전망된다.

스웨덴은 재생에너지원을 이용한 전력 생산량을 2010년까지 10TWh의 증가를 목표 하에 기존 발전소의 가동률 향상 및 새로운 발전소의 건설을 추진하고 있다. 이러한 목표를 달성하기 위한 주요정책 수단으로 적정 기술을 이용하여 전력을 생산하는 생산자들에게 인증서를 발급하는 전력인증서 의무율제도(Electricity Certificate Quota Obligation)를

도입하여 2003년부터 시행하고 있다. 비록 화학산업, 광업 등의 에너지 집약 산업이 제외되긴 하였지만 전력인증서 제도는 발전우원간 경쟁을 유발하고 효율향상 및 발전단가 절감에 기여할 것으로 기대된다. 인증서로 인해 첫 5개월간 소비자들에게 전가된 비용은 1.3~2.5ore/KWh이었으며 이로 인해 발생하는 비용은 연간 2,000KWh를 사용하는 소비자의 경우 3~6SKr이었다. 인증서 가격은 의무비율이 증가 할수록 상승할 것으로 분석된다. 스웨덴은 위와같은 내용의 전력인증서 제도와 더불어 국제적 제도인 재생에너지 인증서 제도(RECS : Renewable Energy Certificate System)를 통한 인증서 거래에 대해서도 고려하고 있다. 또한 스웨덴은 인증서 제도 외에도 보조금 정책을 통해 재생에너지 기술을 보조하고 있다.

[표6] 스웨덴의 전력인증서 의무비율

연 도	인증서 의무비율(%)
2003	7.3
2004	8.1
2005	10.4
2006	12.6
2007	14.1
2008	15.3
2009	16.0
2010	16.9

#### 2.2.5.3. 독일

독일의 총 일차에너지 공급에서 재생에너지가 차지하는 비중은 1990년



1.6% (5.8MTOE)에서 2001년 2.6% (9.2MTOE)로 증가하였다. 이는 바이오매스의 사용량 증가와 급격한 풍력 성장에 기인하였다. 바이오매스는 재생에너지 공급의 약 69%를 차지하는데, 주로 가정 난방 목적으로 사용되었으며, 기타 수력이 19%, 태양열과 풍력이 12%를 차지하였다.

또한 재생에너지 전력 공급량이 가파르게 증가하여 재생에너지가 총 전력 공급량에서 차지하는 비중이 1990년에서 2001년 사이 약 2배가 증가하여 6%에 도달하였다. 특히 풍력 용량이 1990년에서 2003년 사이 평균 50% 이상 성장하여 세계에 설치된 풍력 발전 용량의 1/3이 독일에 위치하게 되었으며, 태양광 부문에서도 EU 총 태양광 설치 용량의 2/3를 차지하고 있다. 1990년대 재생에너지 성장은 1991년의 Electricity Feed-In Law와 그 후속 규정인 Renewable Energy Sources Act 2000에 기인하는데, 여기에서는 풍력, 수력, 바이오매스 발전소에 대한 소프트웨어와 태양광 설치물에 대한 지우원금 및 소프트웨어를 통해 재생에너지를 지원하였다. 독일 정부는 EU Directive for Electricity from Renewable Energy Sources 2001에서 재생에너지 전력 공급을 2010년 12.5%, 2020년 20%까지 증가시킬 전망이다.

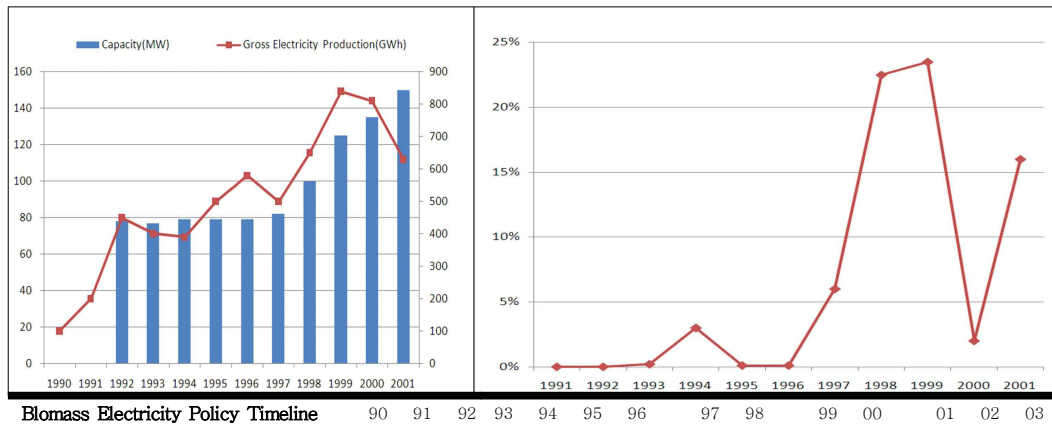
재생에너지는 2003년 총 전력 생산의 7.9%를 차지하였으며, 이 중 수력 3.5% (설치용량 4.6GW), 풍력 3.1% (설치용량 14.6GW), 바이오매스가 1.2% (설치용량 1.9GW)를 차지하였다. 풍력의 비중은 매우 빠르게 증가하여 가까운 미래에 수력을 능가할 것으로 예상된다. 고형 바이오매스 생산은 1990년 123,259TJ, 2001년 190,882TJ로 연간 4%의 성장률을 보였으며, 이 중 약 95%는 난방 목적으로 사용되었고, 총 바이오매스 생산의 50%는 가정 난방으로 소비되었다.

2003년 재생에너지원의 열 생산량은 66.4TWh로 최종 에너지 난방 수요의 약 4%를 차지하였다. 바이오매스는 84%로 가장 많은 비중을 차지하지만 시장 성장률은 태양열 집판기가 가장 높게 나타나 2003년 총 설치 면적은 5.6백만m<sup>2</sup>, 생산량은 2.5TWh에 달하였다. 지열은 1.5TWh를 생산하여 0.1%를 차지하였다.

2002년 고품 바이오 매스로부터 생산된 전력량은 1.2TWh로 총 전력 생산의 0.2%를 차지하였으며, 설치 용량은 300~350MW 정도로 추정된다. 고품 바이오매스로부터 생산된 전력량은 1990년 129GWh, 2000년 804GWh로 증가하였다가 2001년 639GWh로 감소하였으며, 2001년 바이오매스 용량은 150MW에 달하였다. 고품 바이오매스(대부분 목재)를 사용하는 발전소는 재생가능에너지법(Renewable Energy Sources Act)에 의해 0.10유로/kWh에 해당하는 보조금을 지원받았는데, 이는 이전의 전력구매법(Electricity Feed-In Law)의 보조금 보다 상당히 증가한 수준이었다. Lander에 의한 바이오매스 지원금은 1991년에서 2001년 사이 235백만유로에 달하였다. 바이오매스를 이용한 전력 생산은 주로 가스화 기술에 초점을 맞추었다.

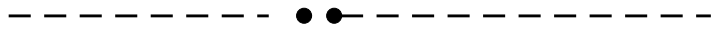
또한 1999년에 마련된 Market Stimulation 프로그램에서는 바이오매스 발전소에 대해 소프트론과 보조금을 제공하였다. 보조금은 최대 61유로/kWe까지 제공되었으며 소프트론을 통해서 총 투자액만큼 지원하였다. 이 프로그램은 Renewable Enegy Sources Act 와 함께 1999년부터 바이오매스 발전소의 발전을 견인하였으며, 또한 바이오매스에 대한 추가적인 조항을 제시한 EEG의 바이오매스 기술에 대한 명확한 정의 또한 이에 일조하였다.

[표7] 독일의 목질계 바이오매스 / 전력 생산량 (왼쪽)과 연감 증감율



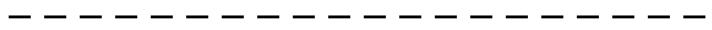
Biomass Electricity Policy Timeline

Research and Development

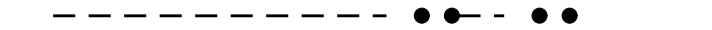


Market Deployment

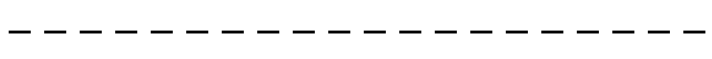
·ERP Programme(loans)



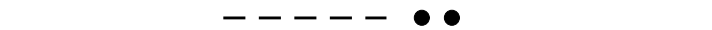
·Electricity Feed-In Law



·Lander Programmes(demonstration , information, grants, soft loan)



·100 Million Programme(grants)



·Market Stimulation Programme (grants, soft loans)



·DtA/KfW Soft Loan Programmes



·Renewable Energy Sources Act

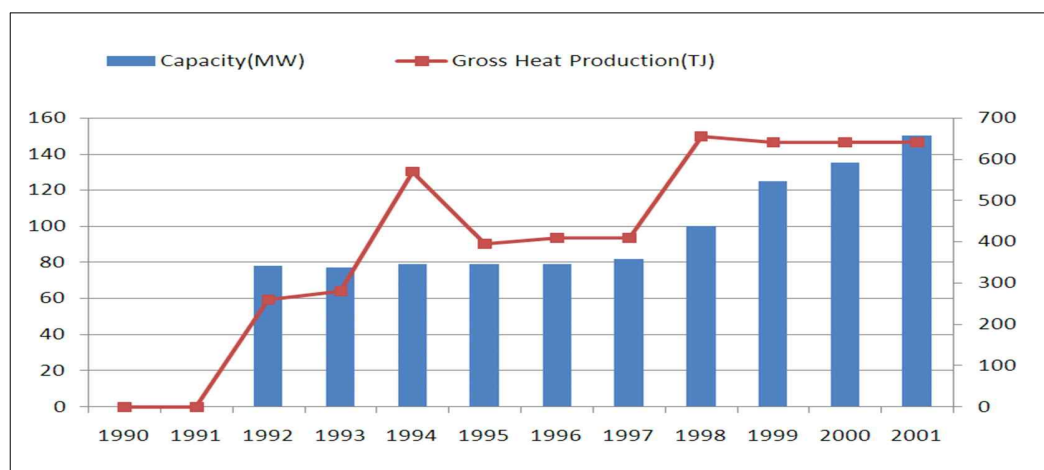


■ Denotes a significant change to a policy such as an extension, repeal or revision

2001년 고품 바이오매스로부터의 열 생산량은 1995년 388TJ, 2001년 634TJ로 증가하였다. 2002년 고품 바이오매스의 열 생산은 187PJ(총 열 생산의 3.4%)에 달하였다. 7백만 개의 벽난로와 목재용 난로가 개인 가정에 설치되고, 연간 200,000 ~ 300,000개가 판매된다. 자동 주입기를 갖춘 바이오매스 보일러에 대한 시장이 급속히 증가하여 35kW 이하의 펠릿 보일러 9,000개가 1998년과 2001년 사이에 설치되었으며, 이 사이 대형 열병합 발전소는 80개가 설치되었다.

시장촉진 프로그램은 바이오매스 난방기술을 향상시킨 주요 원인으로 작용을 했다. 이 프로그램에서는 바이오매스를 원료로 하는 난방기에 대해 기술과 용량에 따라 € 42 / kWth에서 € 61 / kWth 사이의 보조금을, 바이오매스 열병합 발전소에 대해서는 € 185 / kWth의 보조금을 지원한다. 이에 따라 1999년에서 2002년 사이 총 15,700개의 바이오매스 난방 시스템을 지원하였다. 또한 Renewable Energy Sources Act는 20MW 이하의 바이오매스 열병합 발전소를 지원하여, 연방주에서는 1991년부터 2001년 사이 열 및 전력 생산을 위한 바이오매스에 총 235백만유로를 지원하였다. 펠릿과 우드칩에 대한 규준은 독일공학자협회(German Associations of Engineers : VDI)에서 마련하였다.

[표8] 독일의 목질계 바이오매스 열 생산량 변화



## Blomass Electricity Policy Timeline

Research and Development

## Market Deployment

- ERP Programme(loans)

- Electricity Feed-In Law

- Lander Programmes(demonstration , information, grants, soft loan)

•100 Million Programme(grants)

- Market Stimulation Programme (grants, soft loans)

DtA/KfW Soft Loan Programmes

Renewable Energy Sources Act

■ Denotes a significant change to a policy such as an extension, repeal or revision

#### 2.2.5.4. 미국

미국은 1992년 에너지정책법(Energy Policy Act : EPACT)을 도입하여 1994 ~ 1999년에 걸쳐 온라인에 등록한 민간 투자에 의한 풍력 및 바이오매스 사업에 대해 10년간 kWh당 1.5센트의 생산세액 공제(Production Tax Credit : PTC)(물가에 연동)를 허용하였다. 유인제도는 1999년에 소멸되었으나 이후 1999년과 2001년에 개정되었고 다시 2003년에 소멸되었다가 2004년 말에 2005년까지 연장되었다. EPACT는 또한 면세혜택을 받는 공공시설 및 농천기업들이 바이오매스, 지열, 풍력, 태양광으로부터 전력을 생산할 경우, 재생가능 에너지생산 인센티브(Renewable Energy Production Incentive : REPI)를 부여하였다. 결과적으로 EPACT를 통해 풍력발전의 경제성을 향상시켰으며 또한 태양광시설 보급에는 요금상계 제도 (net metering)가 큰 기여를 하였다.

바이오에너지 부분에선, Ciomass Research and Development Technical Advisory Committee가 미국 내 바이오매스 이용량을 증가시키기 위해 장기적 비전을 수립하였다. 위원회는 바이오매스 수요를 바이오전력 및 열, 수송용 바이오 연료, 바이오제품의 3개 부분으로 구분하였고 각 부문에 대해 2030년까지의 장기적 목표를 제시하였다.

[표9] 미국의 바이오에너지 및 바이오기반 제품의 비전목표

구 분	2010년	2020년	2030년
바이오전력 및 열 (산업 및 발전 부문에서의 바이오매스 비중)	4% (3.3천조but)	5% (4.0천조but)	5% (5.0천조but)
수송용 바이오연료 (수송용 연료 중 바이오매스 비중)	4% (1.3천조but)	10% (4.0천조but)	20% (9.5천조but)
바이오제품 (화학물질 및 각종 물질 중 바이오매스 기반 물질의 비중)	12%	18%	25%

2007년 재생가능에너지 소비 가운데 바이오매스가 53%로 가장 많았고, 수력이 36%, 풍력과 지열이 5%, 태양에너지가 1%를 각각 차지하였다. 한편, 미국의 신재생에너지 수요는 2006년과 2007년 사이에 1.3% 정도 감소하였다('06년 : 174.4백만TOE → '07년 : 172백만TOE). 신재생에너지원 가운데 수력발전의 비중은 강수량 감소로 2007년에 14% 감소한 반면에 바이오매스 기반 에너지원 공급량은 7% 증가하였고, 풍력발전 비중은 21%나 상승하였다. 특히 바이오에탄올과 바이오디젤로 대표되는 바이오 연료 공급량 증가가 2007년 전체 바이오매스 공급량 증가분의 대부분을 차지하였다. 2007년 미국의 목질계 바이오매스 생산량은 54.56MTOE로 재생가능에너지 생산량의 31.7%를 차지하였다. 또한 목질계 바이오매스에 의한 전력 생산량은 38,515GWh로 전체 신재생전력 생산량의 11%를 차지하였다.

미국의 주요 바이오매스 보급 수단은 신재생발전 의무할당제(RPS)와 R&D 지원제도이다. 미국은 1997년 의무비율 할당제(RPS : Renewable Portfolio Standard)를 도입한 이후 2004년까지 총 15개 주가 시행중 또는 시행계획이다. 미네소타, 일리노이, 하와이와 같은 자발적인 RPS 제도까지 합하면 총 18개 주가 실시 내지 계획 중에 있다. 그러나 RPS 제도가 새로운 포괄적 에너지 법인 에너지 자립 및 안보법에는 포함되지 못했다. RPS에 의하면 소매단계의 전력 공급자들은 자신들의 총전력 판매수입의 일정 부분에 대하여 재생가능에너지를 통해 생산하거나 거래 가능 크레딧을 구매하여야만 한다. 2007년 12월에 정부에 의해 수정된 기준에 의하면 2020년 까지 총 전력 판매수입의 15%를 재생가능 전력으로 대체해야 한다. 그러나 이 기준은 상원에서 채택되지 못했고, 결과적으로 새로운 에너지 자립 및 안보법에 포함되지 못하였다.

#### 2.2.5.5. 일본

2005년 일본의 재생에너지 생산량은 총 에너지 사용량의 2.9%인 15.48백만 TOE 로 전년 대비 10.5%가 감소(산업폐기물, 비 재생 생활폐기물, 양수발전 제외) 했다. 또한 재생에너지 발전량은 92.83TWh로 전체 발전량 1,049.1TWh의 8.8%를 차지하는 것으로 나타났으며, 이중 고체 바이오매스에 의한 발전량은 8TWh로 재생에너지 발전량의 7.6% 수준이었다. 일본은 2010까지 신·재생에너지 보급을 02년 총에너지 소비 대비 1.3% 수준에서 10년 약 3%까지 증대시킬 계획(수력제외)이다.

일본의 2002년 바이오매스 발전용량은218MW이었으며, 열이용량은 극히 적었으나 2003년 4월 RPS법이 도입, 시행되면서 이용량이 증가하여 2003년 790천 TOE에 달한 것으로 나타났다. 2002년 바이오매스를 자원으로 이용하기 위한 최초의 국가 전략인 “Biomass Nippon” 을 수립하여 순환형 사회 건설, 지구 온난화 방지, 신산업 창출, 농업·임업·어업 및 지방정부 활동의 활성화를 목표로 삼았다. 보다 구체적인 “Biomass Nippon” 은 다음과 같다. 첫째 가까운 시일 내, 생활폐기물 등의 폐기물 바이오매스의 이용을 촉진할 계획이다. 둘째 2010년까지 임목폐기물과 쌀겨나 볏짚 등 그동안 사용되어 오지 않던 바이오매스의 사용을 증대시킬 계획이다. 셋째, 2020년까지 에너지원으로 이용될 수 있는 에너지 농작물을 널리 재배할 계획이다. 넷째, 2050년까지 해조류나 유전자 변형농작물 등 새롭게 개발된 작물을 이용하는 단계별 시나리오를 설정하는 것이 목표이다.

또한 일본은 10년까지 전국적으로 탄소 기준 80%이상의 폐기물과, 25% 이상의 미사용 바이오매스를 사용하는 것을 목표로 하여, 이를



달성하기 위해 바이오매스를 자원화 하기 위한 전략을 아래와 같이 수립하였다.

먼저 국민의식을 향상시키고, 지방정부의 독창성을 최대한 활용하며 각각의 분야에서 수행해야할 역할을 명확히 하는 등의 일반적 전략 수립을 통해, 효율향상, 고비용 해결, 바이오매스 생산에 필요한 환경 조성 등 바이오 매스의 생산, 수집, 운송과 관련한 전략을 수립하는 것이다. 또한 새로운 전환 기술 개발 및 적용 촉진, 시범 설비 운영 등의 바이오매스 전환과 관련된 전략과 수요 창출, 농업 임업 어업 및 지방 정부 활동 의 활성화, 바이오매스의 사용을 위한환경 조성 등 바이오 매스의 사용을 위한 전략을 수립하였다.

#### 2.2.5.6. 대한민국

##### 1) 에너지우드 순환림

충남, 전북, 전남의 경우 리기다소나무가 벌기령[3영급 이상]에 달하여 일부 지역은 경제림 육성을 목적으로 이미 작업에 착수하였다. 에너지우드 순환림 조성사업은 이러한 수종갱신 작업을 경제림 육성에서 연료용 조림사업으로 전환하는 것을 목표로 한다. 고유가가 지속되면서 바이오매스를 연료로 이용한 발전소나 열병합 시설이 증가함에 따라 연료림에서 생산되는 우드칩의 판매를 통해 지역경제 활성화에도 기여할 수 있다. 에너지우드 순환림 사업을 전 지역으로 확대한다면, 총 2,622,490m<sup>3</sup>의 바이오매스를 확보할 수 있다. 에너지우드 순환림의 잠재량이 가장 높은 곳은 충남으로 628,163m<sup>3</sup>를 생한할 수 있고, 다음이 전남, 경기, 전북 순이다

## II) 우드칩 / 우드펠릿 생산량의 추정

이상에서 산출된 각 발생원별 바이오 매스를 모두 합하면 약660만m<sup>3</sup>의 바이오매스를 잠재적으로 이용할 수 있다. 지역별로 보면 경기도가 바이오매스 잠재력이 가장 높고, 다음으로 충남, 전남, 전북 순이다. 이를 에너지량으로 환산하면 다음과 같은 공식에 의해 추정할 수 있다.

$$\text{원목 } 1\text{m}^3 \text{의 무게} = 1\text{m}^3 * 0.45(\text{침엽수의 전건비중}) * 1,000 = 450\text{kg}$$

$$\text{원목 } 1\text{m}^3 \text{의 발열량} = 450\text{kg} * 4,500\text{kcal/kg} = 0.2025\text{TOE}$$

따라서 660만m<sup>3</sup>를 1차에너지량으로 환산하면 1,335,180 TOE가 된다.

[표10] 지역별 바이오매스 생성량

단위 : m<sup>3</sup>

지역	개발부산물	피해목	간벌목	폐목재(80%)	에너지우드	합계
전국	436943	206203	1270221	2057627	2622490	6,593,484
경기	193820	5595	51332	617726	445935	1,314,408
충남	37172	3316	115912	106823	628163	891,386
전남	26801	2157	166344	70761	492443	758,506
전북	33993	33891	63595	94121	429492	655,092
경북	16787	6401	362097	85021	80326	550,632
경남	11950	35030	159180	103319	131828	441,307
서울	0	0	1412	430019	6012	437,443
충북	40052	3263	47791	74995	262736	428,837
강원	33154	52090	248038	65116	3927	402,325
부산	16241	59756	3210	94170	1829	175,206
대구	2448	2825	9348	121910	923	137,454
대전	12297	182	18758	10415	69398	111,050
울산	2142	1304	18222	66284	15415	103,367
인천	3974	177	1301	56551	24547	86,550
광주	4719	49	140	47693	27533	80,134
제주	1395	167	3540	12702	983	18,787

## 제3장 목질계 고형연료 보급 시 군의 역할

### 3.1. 군 에너지 정책

#### 3.1.1. 저탄소 녹색성장의 개념

##### 3.1.1.1. 저탄소 녹색성장 패러다임의 출현 배경

최근 수십 년 동안 세계는 기후변화로 상징되는 지구온난화의 환경 위기와 고유가로 대표되는 자원위기에 동시에 직면하고 있다. 현재와 같은 에너지 다소비체제가 지속될 경우 기후변화로 인한 경제적 손실이 매년 세계 GDP의 5~20%에 달할 전망이다라는 보고서가 발표되기도 했다. (스턴보고서, 2006)

현재 나타나고 있는 기후변화를 정리해 보면 다음과 같다. 지난 100년간 지구의 평균기온은 0.74℃ 상승하였고, 해수면은 지난 1961년 이후 연간 약 2mm 정도 상승하였다. 지구의 평균기온이 2℃ 상승할 경우 15~40%의 동식물이 멸종하고, 3~4℃ 상승하게 되면 약 2억명 이상의 인구가 이주를 해야 할 것이라고 전망하고 있다. 우리나라의 경우 지난 50년간 평균기온이 1.5℃ 상승한 것으로 보고되고 있다.

2007년 발표된 '기후변화 정부간패널(IPCC)' 보고서에 따르면, 우리가 현재 수준으로 화석연료를 사용하면 21세기 말까지 지구의 평균기온은 최대 6.4℃, 해수면은 59cm 상승할 것으로 예측되었다. 그 결과는 자연 재해로 인한 사망자 급증 및 상당수 동식물의 멸종으로 이어진다. 게다가 UN은 25년 안에 1인당 마실 수 있는 물이 현재 수준보다 30% 줄어들 것이라고, 20년 안에 아시아 농작지의 30%가 사막화 될 것으로 전망했다.

기후변화의 위협은 여기서 그치지 않는다. 전 세계적인 물·에너지·식량 수급 불균형과 도시 인프라 붕괴 및 난민 급증 등 각종 사회문제를 초래한다. 또한 기후변화는 지구촌을 휩쓸고 있는 초대형 태풍, 쓰나미, 지진, 산불 등의 원인이 되는 것으로 분석되고 있다.

한국은 기후변화의 안전지대가 아니다. 최근 수년 사이 빈발했던 초강력 태풍과 국지적 집중호우, 온난화로 인한 식품 주산지의 변화, 해수 온도의 증가로 인한 명태 등 한류 어종 어획고의 감소, 말라리아 같은 아열대성 전염병 증가 등이 그 예이다.

자원 위기도 심각한 상황이다. 산업화, 도시화로 인해 석유를 비롯한 각종 자원의 소비가 급증하면서 자원의 안정적 수급이 국제적인 현안이 되었다. 특히 중국의 급성장으로 에너지·자원의 블랙홀로 불릴 만큼 자원과 에너지를 소모하면서 이러한 현상은 더욱 심각한 수준에 이르렀다. 미국 에너지 정보청은 '2008 국제에너지 전망'보고서에서 2030년 세계 에너지 소비량은 2004년 대비 57% 증가하게 될 것이며, 하루 석유 사용량도 지금보다 약 33%(1억 1,300만 배럴)가 늘어날 것으로 보았다. 중국, 인도와 같은 신흥산업 국가들의 고도성장과 주요 산유국의 석유생산 능력의 지속적 감소로 인해 세계 석유시장의 석유 공급 부족이 현실화되고 있다.

현대사회는 이미 자원 및 에너지 가격의 급등으로 인하여 자원 및 에너지의 대량투입에 의존하는 경제구조로는 성장이 불가능해졌다. 또한 지구온난화가 진행될수록 저탄소경제로 자발적으로 이행하지 않더라도, 국제적인 규제가 강제될 가능성 또한 매우 높아졌다. 이에 저탄소, 친환경 자체가 새로운 성장을 이끌어낼 전략산업이라는 인식이 확산된

것이다. 즉, 녹색경쟁 시대를 맞이하여 세계적 흐름에 앞서나가지 않고서는 일류 선진국대열에 진입이 불가능해지는 시대가 되었다.

#### 3.1.1.2. 국내외적 여건의 변화

향후 에너지원 사용가능 연수를 석유 약 40여년, 천연가스 약 60여년으로 전망하고 있으며, 또한 향후 30년간 세계 인구는 82억 명으로 급증할 것으로 예상된다. 현 추세대로면 에너지위기와 기후변화가 더욱 심해져 자원·에너지 확보 경쟁이 더욱 치열해질 전망이다.

기후변화와 자원위기가 세계의 정세에 심각한 영향을 미치게 되면서 자원민족주의의 재등장과 일부 국가의 자원 독과점 구조는 우리 경제에 심대한 영향을 미칠 것으로 예측된다. 최근의 희토류 금속에 대한 중국의 수출제한 조치는 멀지 않은 미래에 자원이 국가 간의 관계에 결정적인 영향을 미칠 수 있는 전략무기화 될 수 있다는 일례를 보여주고 있다. 이에 우리는 자원 빈국으로서 취약함을 극복하는 한편, 안정적인 원자재 수급망 및 에너지를 확보하기 위해 결단력 있는 행동을 해야 할 것이다.

이에 세계 각국들은 자원이용·환경오염의 최소화를 국가경쟁력의 원천으로 인식하고 지구 환경 위기를 계기로 새로운 성장전략을 수립하고 있다. 특히 선진국들은 이른바 녹색산업, 녹색기술을 새로운 성장엔진으로 인식하고 국력을 집중시키는 양상을 보이고 있다. 이미 기후변화 대응은 세계 국가 원수들의 가장 큰 화제이다. UN의 반기문 사무총장은 2007년 1월 기후변화 대응이 최우선 추진과제임을 밝힌바 있으며, 2008년 G8 Summit에서도 2050년까지 전세계 온실가스의 배출량을 절반 수준으로 감축하기로 동의한 바 있다.

녹색성장을 통해 기후변화라는 위기 상황을 성장의 발판으로 삼겠다는 의지는 세계 곳곳에서 표명되고 있다. 비록 이름은 서로 다르지만, 이러한 노력들은 모두 녹색부국이라는 하나의 목표를 향하고 있다. 이러한 세계적 흐름에 발맞추지 못하면 우리나라는 경쟁력을 상실하고 녹색성장의 대열에서 밀려날 수도 있는 위기 상황인 것이다.

우리나라는 세계 10대 에너지소비국으로 국내 총에너지의 97%를 해외에 의존해야 하는 자원 빈국이다. 특히 석유는 중동지역에서 82.2%를 수입해야 하는 실정이므로 국제변수에 매우 취약하다. 2007년 에너지 수입액은 950억 달러로 전체 수입의 26.6%를 차지하고 있는데, 이는 우리의 주요 수출품인 반도체(390억 달러)와 자동차 (376억 달러)수출액의 합보다 훨씬 큰 액수이다.

향후 온실가스 감축의무가 강제적으로 시행될 경우 우리나라의 배출여건상 경제에 미치는 과급효과는 더욱 커질 것으로 보인다. 현재에도 배출량은 지속적으로 증가하고 있는 추세인데, 감축의무를 부담할 경우 어려운 감축여건으로 경제성장이 위축될 수도 있다.

이에 에너지위기와 기후변화에 대한 역발상이 필요하다. 즉, 에너지저소비형 사회로의 전환으로 탄소를 덜 배출하는 경제성장의 추진이 필요하다. 이 점은 온실가스 감축과 관련하여 대규모 내수시장을 확보할 수 있는 잠재력으로 가지고 있다는 것을 의미하기도 한다. 또한 온실가스 감축기술 및 친환경 관련 투자는 새로운 일자리를 창출할 수 있는 기회로 전환 할 수 있다. 저탄소 녹색성장을 경제와 환경을 동시에 발전시킬 수 있는 유일한 기회로 삼아 현재 선진국과 기술 격차를 줄여 나가는데 총력을 기울여야 할 것이다.

기업의 입장에서 녹색문명은 새로운 시장의 부상을 의미한다. 여러 미래학자들은 향후 20~30년간 세계 시장을 이끌 성장 산업으로 신·재생에너지, 바이오산업, 지구온난화·기후변화 관련 산업, 인공위성을 이용한 정밀 농업 등을 거론하였다. 특히 지구온난화의 에너지 위기로 인해 급부상 중인 신·재생에너지 분야는 대표적인 시장이 될 수 있다. 미국의 전문조사기관 클린에지(Clean edge)는 그린에너지 시장이 향후 10년간 연평균 15.1%성장할 것으로 전망했다.

21세기에 접어들면서 초일류 기업들은 친환경 산업에 바탕을 둔 녹색경제(greenomics : green+economics)를 중요한 경영 전략의 하나로 인식하고 있다.

기업들의 이런 변화는 선진국 정부의 방향 제시와 소비자들의 의식 변화가 큰 역할을 했다. 각국 정부는 온실가스 감축 목표를 세우고 이를 달성하기 위한 각종 정책들을 추진 중이다. 이는 저탄소 시대가 거스를 수 없는 대세임을 시장에 주지시키는 강력한 신호로 작용하고 있다. 이와 더불어 다소 비싸더라도 친환경적인 제품을 구매하고자 하는 소비자들의 의식 변화도 기업들의 변화를 추동하는 요인이다.

결과적으로 기업들은 환경산업의 미래 시장가치, 국내외적으로 높아지는 환경기준, 친환경을 선호하는 소비자들의 의식 변화 등으로 인해 녹색기업으로의 변신을 더 이상 미룰 수 없는 상황에 이르렀다.

#### 3.1.1.3. 주요 선진국의 저탄소 녹색성장 정책

선진국은 일찍부터 기후변화의 심각성을 직시하여 저탄소 사회로의 이행에 박차를 가하고 있다. 영국, 독일, 일본 등은 기후변화법을 시행

하고 있거나 시행을 고려중이다. 미국도 기후변화 대응에 소극적 태도를 취하다가 최근에는 정책변화를 보여주고 있다.

선진국들은 경제성장과 환경보전이라는 두 가지 정책을 동시에 성공시키기 위해 노력하고 있다. EU의 경우 1990~2000년 10년 동안 GDP(gross domestic product)는 23% 상승한 반면, 에너지 소비량은 10% 증가하는데 그쳤다. 환경 친화적 기술을 통해 온실가스 발생량은 4%정도 감소했다.

선진국들은 이미 기후변화 위기에 대한 능동적 대응과 함께 신·재생 에너지 기술개발과 녹색산업을 새로운 성장 동력으로 추진하기 위한 각종 정책들을 펼쳐 나가고 있다. 향후 세계경제를 주도하고 국가발전의 도약을 위한 새로운 기회를 찾아 치열한 경쟁이 벌어지고 있는 것이다. 녹색부국을 향한 움직임이 세계적 차원에서 전개되고 있다.

[표11] 주요국의 온실가스 감축 목표와 시행대책

구 분	감 축 목 표	시 행 대 책
영국	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2020년까지 1990년 대비 26~32% 감축</li> <li>• 2050년까지 1990년 대비 80% 감축</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zero 탄소주택 건설</li> <li>• 개인 탄소할당제도 도입 예정</li> </ul>
프랑스	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2020년 이후 모든 건물에 신·재생 에너지 발전장치 설치 의무화</li> <li>• 화석연료 사용 금지</li> </ul>
미국	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2050년까지 현재 수준 대비 60~80% 감축</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 제110차 국회에서 120개 기후변화 관련법 상정</li> <li>• 고용창출 (2006년 1만 7,660개에서 2030년 130만개)</li> </ul>
일본	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2020년까지 2005년 대비 14% 감축</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 온실가스배출량 거래제 도입</li> <li>• 2020년까지 태양광발전 10배 확대</li> <li>• 탄소, 우드, 푸드 마일리지 등 시행</li> </ul>
중국	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2010년까지 2005년 대비 GDP당 에너지 소비율 20% 감축</li> <li>• 2020년까지 30% 추가 감축</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2005~2010년 : 신·재생에너지 의무할당제(RPS) 도입</li> <li>• 2020년까지 에너지원의 15%를 신·재생에너지로 대체, 태양광사업 추진</li> </ul>



[표12] 주요 선진국의 녹색성장 전략

미국	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 정부 주도의 기술개발 + 민간 주도의 사용화 전략</li> </ul>
일본	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 탄소 절감 기술 육성</li> <li>• 세계시장 선점을 위해 개도국에 대한 자금 및 기술 지원 강화</li> </ul>
영국	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2008년 그린혁명계획 수립</li> <li>• 2050년까지 영국을 탄소zero국가로 개조</li> </ul>
프랑스	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 기후변화 대응을 국가 최우선 정책순위로 결정</li> <li>• 여러 부처에 산재했던 환경분야를 통합한 거대 환경부처 출범</li> </ul>
독일	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1990년대 후반 에너지 정책을 신·재생에너지 개발로 전환</li> <li>• 신·재생에너지 선진국으로 자리매김</li> </ul>
중국	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2050년까지 세계 최대·최고의 저탄소 기술국으로 거듭난다는 구상하에 정부가 주도하여 기술개발 및 산업 육성</li> </ul>

#### I) 미국

기후변화에 대한 미국의 관심은 2007년 6월 미 전역에서 모인 약 600명의 지자체 시장들이 결의한 '미국시장의 기후변화 대응 협정'에 잘 집약되어 있다. 미국 전역의 300여개 도시는 기후변화를 막기 위한 구체적인 행동에 돌입하고 있으며, 34개 주정부는 자체적으로 온실가스 감축 목표를 세워 추진하고 있다. 신·재생에너지의 의무할당제(RPS : renewable portfolio standards), 바이오에탄올 사용 지원 프로그램 등을 진행 중이다. 이런 관심과 행동은 민간차원에서도 나타나고 있다. 미국 기후행동 파트너십(USCAP)에는 23개 기업과 6개 시민단체가 참여하고 있으며, 온실가스 감축을 위한 강력한 법률제정을 촉구하고 있다.

미국은 EU와 일본이 선점하고 있는 녹색산업 주도권을 확보하기 위해 차세대 녹색 기술 분야에 집중 투자하고 있다. 미국은 첫째, 재생에너지

공급 및 사용확대, 둘째, 에너지 효율의 제고, 셋째, 에너지 기술개발, 넷째, 온실가스 배출권 거래제 도입의 추진을 통하여 저탄소 녹색성장 정책을 추진하고 있다. 특히 오바마 대통령은 석유소비에서 벗어나기 위해 에너지 효율과 수요관리를 강화하고, 그린에너지 시장 창출과 고용을 확대하겠다는 공약을 내걸어, 미국의 환경정책에도 큰 전환점을 마련하였다.

에너지 해외의존도를 줄이는 것을 핵심으로 하는 2006년 '첨단 에너지 계획'에 의하면, 미국은 2025년까지 원유 수입량의 75% 감축을 목표로 하고 있다. 이를 대체하기 위해 일조량이 풍부한 지역적 특성을 반영해 태양에너지 개발을 적극 추진하고 있다. 이에 따라 태양에너지 예산은 2003년 8,230만 달러에서 8,340만 달러('04년), 8,510만 달러('05년)로 지속적으로 증가했다. 이런 투자규모에 맞추어 태양광 발전용량을 2004년에 약 340MW에서 2020년 36GW, 2030년에는 200GW로 끌어올릴 계획이다. 이외에도 차세대 기술분야에 대한 집중적인 연구 개발을 통해 향후 시장 주도권을 갖기 위한 계획을 진행 중이다.

## II) 일본

일본은 2007년 이후 저탄소사회를 국가비전으로 제시하고, 환경·에너지를 최상위 국가 의제로 세웠다. 특히 기후변화대응을 '신 성장 동력'의 기회로 만들기 위하여 "환경·에너지 기술혁신계획"과 "cool earth"를 제시하여 자원고갈 및 기후변화에 대하여 소극적 국내대응이 아닌 아시아 시장을 활용하고 세계시장을 선도하겠다는 전략을 세우고 있다.

일본은 2050년까지 '저탄소 사회'에 진입하는 것을 목표로 삼았다.

이를 위해 일본 정부는 2007년 5월 '쿨 어스(cool earth)', 2008년 5월 '클린 아시아 이니셔티브(Clean Asia Initiative)', 2008년 6월 '후쿠다 비전'을 차례대로 발표했다. 이러한 비전 제시를 통해 탄소배출 감축 목표뿐 아니라 에너지 효율 및 신·재생에너지 관련 핵심 기술을 구체화 하고, 차세대 기술의 R&D투자와 산업화를 적극 지원하고 있다. 나아가 일본은 온실가스 문제나 신·재생에너지 개발뿐 아니라, 다양한 사회 혁신 정책들을 통해 저탄소 사회를 지향한다는 점이 특징이다.

환경·에너지 기술혁신계획은 세계 최고수준의 에너지절약, 신·재생 에너지 기술의 혁신을 추구하여 태양전지, 축전지, 연료전지 등 신에너지 산업을 미래 일본의 핵심 산업으로 육성하려는 계획이다. 현재 태양 전지와 축전지는 각각 세계 생산점유율의 40%, 60%를 점유하고 있으며, 연료전지 관련 특허는 세계 1위를 확보하고 있어서 태양광발전이나 전기자동차, 하이브리드자동차, 연료전지자동차의 분야에서 세계를 선도할 잠재력을 충분히 갖추고 있다고 평가된다. 또한 환경대응을 경쟁력으로 활용하기 위하여 생산과정의 원자재 및 에너지 손실비용을 인식하고, 새로운 환경경영지표를 개발·보급하며, 제품의 CO2의 배출량을 표시하는 법안을 도입하고 있다. 또한 아시아 환경시장으로 진출하여 아시아 환경비즈니스 시장을 주도할 계획을 가지고 추진하고 있다.

### III) 영국

영국은 탄소 배출권 거래제를 통한 탄소량 줄이기에 적극적으로 나서고 있다. 배출권 거래 전담기관을 신설하는 한편, 그동안 탄소 저감 대상에서 제외되어 있었던 슈퍼마켓, 호텔, 정부 및 지자체 건물 등에 대해서도 강제 배출권 거래제를 추진하고 있다.

2006년 12월 환경부장관은 5년 이내에 '개인 탄소할당(individual carbon allowance)제도'를 도입하겠다고 밝혔다. 이에 따라 개인 단위의 배출권 거래제도 도입도 가시화될 전망이다.

탄소배출 저감을 위한 영국 정부의 노력은 건축분야에도 두드러진다. 정부는 건설사들에게 건물에너지 이용효율 기준을 높이도록 요구하고 있다. 2016년부터는 신축 주택에 '탄소제로'의무화를 추진할 방침이다. 그 결과 영국에서는 과거 15년 동안 높은 GDP성장률에도 불구하고, 자원 소비량은 오히려 줄어드는 이상적 관계를 보여주고 있다.

#### IV) 독일

독일은 1990년대 후반부터 신·재생에너지 관련 기술개발 및 시장 선점에 주력했다. 2000년에는 '재생가능 에너지법(Erneuerbare Energie Gesetz)'을 제정했다. 신·재생에너지 산업을 국가 성장 동력으로 육성하기 위한 기반을 마련한 것이다. 이 법안을 계기로 독일의 신·재생에너지 생산은 비약적으로 증가했고, 온실가스 배출량을 크게 감소시켰다. 나아가 신·재생에너지 사용 확산을 위한 제도 개선 및 보조금 정책 등을 실시하여 내수시장 확대에도 기여하고 있다.

정부의 다각적인 노력은 풍력 발전에서도 잘 나타난다. 풍력을 통한 전력 생산량은 1980년 3만 5,000kWh였던 것이 2005년에는 1,700만kWh로 증가했다. 풍력터빈의 규모는 지난 20년 동안 100배 증가했다.

독일은 녹색산업의 글로벌 경쟁력을 강화하고 자국시장 확대정책을 추진하면서 신·재생에너지 시장이 급속히 성장하여, 2005년 태양광 발전 분야에서 일본을 추월하였다.

#### 3.1.1.4. 탄소배출권 거래시장의 형성

##### I) 탄소배출권 거래

탄소배출권이란 에너지 소비량이 많은 업체들이 이산화탄소 배출량을 줄이지 못할 경우 조립 사업체로부터 돈을 주고 권리를 사는 것을 말한다. 이 규정은 교토의정서 제 17조에 규정되어 있는 것으로, 지구전체에서 배출되는 오염물질의 총량을 정한 다음, 국가마다 일정한 양의 오염물질을 배출할 수 있는 권한을 주고, 이 한도를 넘는 경우에는 정해진 양을 다 사용하지 못한 국가로부터 배출권을 구매하도록 하였다. 이 때 가격 및 거래량은 배출권의 수요와 공급에 의해 결정된다.

대상 국가는 캐나다·일본·유럽·러시아 등 38개 선진국이다. 이들 국가들은 2008년부터 2012년까지 오염물질 배출량을 1990년을 기준으로 5.2%감소해야 한다. 또 온실가스를 줄이기 위해 기술개발 등을 통해 에너지 효율성을 높이고, 온실가스의 흡수원이나 저장원을 보호해야 하며, 새로운 에너지를 연구·개발하는 등의 규정을 준수해야 한다. 이 제도를 통해 해당국가의 에너지 다소비업체들이 이산화탄소 배출규제를 받게 된다. 석유화학기업 등 이산화탄소 배출량이 많은 기업들은 이산화탄소 배출 자체를 줄이거나 혹은 배출량이 적은 국가(예컨대 뉴질랜드처럼 조립지역이 많은)의 조립지 소유업체로부터 권리를 구매해야 한다.

의무적인 대상 국가는 온실가스 배출에 대한 측정과 보고를 위한 각자의 제도를 마련해야 하며, 각 국가의 환경당국은 실제 오염물질의 배출량과 배출권을 비교하여 보고하여야 한다. 만약 정해진 배출권 이상으로 오염물질을 배출할 경우에는 다음 해에 배출허용량을 줄이거나 벌금을 부과하게 된다.

원래 이 제도는 국가 사이의 거래이지만, 온실가스 감축의무가 있는 나라들이 민간 기업에도 오염물질 배출량을 할당할 것으로 보여 민간기업 차원의 거래도 이루어질 것으로 전망된다.

탄소배출권제도는 배출량이 미리 설정되어 있기 때문에 환경목표를 세우기가 쉽고 장기간에 걸친 배출권을 미리 구매할 수 있어서 기업은 장기적인 계획을 세울 수 있으며, 환경당국은 기술발전 또는 경제여건 등이 변화할 때마다 실시하던 세율조정을 할 필요가 없다. 그러나 오염물질 배출량을 수시로 감시할 수 없고, 국가나 기업체의 비용이 증가하여 부담으로 작용할 수 있다.

그렇다면 국제 배출권거래시장은 어떻게 형성되고 있는가? 기후변화 협약에 따라 온실가스인 이산화탄소 감축이 국가의 절대 의무가 되고 있는 가운데 유럽을 중심으로 국제배출권거래(IET : international emission trading)시장이 형성되고 있다. 2002년 4월 영국 런던 증권거래소에 '온실가스 배출권 거래시장'이 최초로 개설되었다. 그리고 2005년 1월 영국 런던 국제석유거래소(IPE), 독일 올버에너지거래소 등에서 이산화탄소 배출권 현물거래가 시작되었다. 또 노르웨이의 노르드폴 전력거래소에서 온실가스 배출권 거래가 2005년 2월부터 시작되었다.

2003년 캐나다의 전력회사인 트랜스알타가 온실가스 거래중계회사를 통해 칠레의 양돈회사인 아그리콜라사로부터 10년간 175만 톤의 온실가스 배출권으로 구매한 데 이어, 도쿄 전력공사도 아그리콜라사로부터 200만 톤의 배출권을 구매하는 등 배출권거래가 본격적으로 시작되었다. 한국은 1차(2008~2012년) 배출권 거래제도에서는 개발도상국으로 포함되어 제외되었지만, 2차(2013년~2017년)에는 의무대상국에 포함될 것으로

예상되어 이때부터 자동적으로 국제 배출권 거래시장에 진입하게 된다.

## II) 탄소시장

탄소시장은 크게 둘로 나눌 수 있다. 하나는 배출량 할당시장이고, 다른 하나는 배출한도와 무관하게 어떤 기업이나 시설이 이산화탄소를 줄이면 이를 배출권으로 인정해주는 시장이다.

첫 번째는 도쿄의정서에 의거해 의무감축 국가로 지정된 국가에게 의무 감축량을 부과한다. 이 같이 의무감축량을 부과 받은 국가는 기업별로 감축량을 나누어 준다. 그러면 기업 또는 국가들은 배출량 한도를 갖게 되는데, 한도를 초과하는 국가나 기업이 아직 이산화탄소 배출량 한도(cap)에 여유가 있는 국가나 기업에서 이산화탄소 배출권을 사오는 것이다. 즉 한도를 두고 거래(trade)를 한다고 해서 'cap&trade'이라고 한다.

두 번째 시장은 배출권 인정 시장이다. 교토의정서에는 주로 EU국가들만 참여해 중국, 인도, 브라질 등 다른 개도국들은 이산화탄소 배출량을 줄여도 이득이 발생하지 않는다. 하지만 이들 개도국들은 한창 경제개발을 추진 중에 있기 때문에 이산화탄소의 배출량이 많다. 그래서 이들 개도국에 배출량 감소에 따른 이익을 주기 위하여 교토의정서에 참여한 국가(주로 EU국가)들이 이들에게 자금과 시설을 투자하여 배출량을 줄이면 이를 투자한 국가나 기업의 배출권으로 인정해 주는 제도이다.

교토의정서의 이와 같은 사업방식을 청정개발체제(CDM : clean development mechanism)이라고 부르며, 이 CDM사업을 통해 나오는 배출권을 인증감소분 (CERs : certified emission eduction)이라고 한다.

또한 이는 프로젝트별로 진행해 프로젝트 시장(project-based market)이라고도 부른다. 두 나라 이상이 참여하는 CDM사업이라고 해서 bilateral-CDM이라고도 한다.

CDM사업은 더 나아가 선진국에서 자금과 시설을 투자한 것이 아니라 교토의정서 체제에 참여하고 있지 않은 국가들이 시설과 자금을 투자하여 이산화탄소 배출량을 줄이게 되면, 이도 배출권으로 인정해 주기로 사업영역을 확대했다. 이는 한 나라 스스로 하는 CDM사업이라는 의미에서 'unilateral-CDM'이라고 한다. 현재 우리나라에서 시행하고 있는 CDM 사업은 대부분 unilateral-CDM이다. 이 제도는 개발도상국에 대한 선진국의 기술, 자금 등의 지원으로 개발도상국이 온실가스 배출량을 감소하거나 흡수량을 증폭하여 삭감할 수 있는 온실가스 배출량의 일정량을 선진국의 온실가스 배출량의 삭감분의 일부분으로 인정해 주는 제도이다.

교토 의정서가 채택되던 당시의 CDM은 온실가스 감축의무 국가만이 CDM을 통해 인증감축분(CER)을 자국의 감축 목표에 활용할 수 있도록 했으나, 이후 어느 국가를 막론하고 일방적으로 추진한 CDM사업에 대해서도 인증 및 등록절차를 거치면 CER을 인정하는 CDM(unilateral CDM)이 추가로 도입되었다.

### Ⅲ) 우리나라의 탄소배출권 시장

우리나라는 지난 2002년 교토의정서 비준에 동참했고, 오는 2013년부터는 온실가스 감축 의무부담을 적용받을 가능성이 높다, 온실가스배출권을 거래하기 위한 시장 또한 그 규모가 아직은 매우 작지만 2008년 8월 15일 '저탄소 녹색성장'을 경제성장의 새로운 비전으로 제시하면서 탄소배출권시장이 새롭게 주목받고 있다.



최근 들어서는 본격적인 탄소배출권 거래가 속속 등장하고 있다. 2008년 6월 삼천포 영흥에 위치한 남동발전의 소수력발전소는 싱가포르에 있는 아시아 탄소배출권 거래소를 통해 7만 6,368톤의 탄소배출권을 영국의 에코시큐리티 사에 팔았다. 이는 국내에선 보기드문 대규모 탄소배출권 거래이자 첫 온라인 탄소배출권 거래여서 더욱 관심을 끌었다.

한국수자원공사도 탄소배출권을 팔아 수익을 창출한 사례가 있는데, 이는 UN에 청정개발체제(CDM) 사업으로 등록해 총 8,430톤의 탄소배출권을 인정받았고, 이중 6,782톤을 네덜란드 ABN AMRO 은행에 팔아 2008년 9월 1억 7,000만 원을 받았다. 우리나라에서 최초로 독자적 청정개발체제 사업을 추진해 수익을 거둔 것이다.

독자적 청정개발체제 사업이란 개발도상국이 독자적으로 온실가스 감축사업을 실시해 탄소배출권을 인정받고, 이를 다른 선진 의무감축국에 파는 것을 말한다. 그동안 국내에서도 탄소배출권을 팔아 수익을 거둔 경우가 종종 있었지만 외국의 투자와 기술을 바탕으로 한 일방적인 청정개발체제 사업이라는 한계가 있었다. 한국수자원공사는 국내 투자와 기술만으로 이 같은 성과를 거뒀다.

국내의 탄소시장 규모는 2008년 기준 1,500억 원대로 추정된다. 2012년에는 4,500억 원대로 급증할 것으로 예측하고 있다.

### 3.1.2. 저탄소, 에너지 절감형 국방운영

우리 군은 환경적으로 중요한 3가지 특징을 가지고 있다. 첫째, 청정한 지역에 넓은 토지를 보유 및 통제하고 있다. 따라서 이들에 대한 환경

친화적인 관리는 우리나라 전체 환경의 질을 개선하는데 중요한 부분이다. 둘째, 의무복무제도에 따라 일 년에 약 25만여명의 인원이 입대하고, 군을 떠나 사회로 복귀한다. 따라서 군은 거대한 국민 교육 기관으로서의 역할을 수행할 수 있다. 셋째, 약 60만여 명의 인원이 국토방위 및 병영생활을 위하여 다량의 물자를 소비한다. 따라서 군이 무기체계를 친환경적으로 개선하고, 군에 복무중인 인원이 친환경적인 물품을 소비한다면 환경산업을 크게 활성화 시킬 수 있다. 즉 군은 우리나라 환경을 개선하는데 기여할 수 있는 잠재력이 가장 큰 집단 중의 하나이다.

군은 국토방위 임무 수행과 거대한 조직을 운영하기 위해 막대한 양의 물자를 소모하고 부산물을 양산한다. 따라서 국민적 공감대 하에 다소 비용이 증가하더라도 친환경적인 물품을 구매하고 사용한다면 우리나라 환경산업의 육성, 환경오염방지, 그리고 국민건강을 증진시켜 국가 발전에 기여할 수 있을 것이다.

군은 국토방위의 임무와 약 60만 명의 거대한 조직을 운영하기 위해 GDP의 약 3%(국가 재정 대비 약 15%)의 예산을 사용하고 있다. 따라서 군이 어떠한 물자를 구매하고 사용하느냐에 따라 우리나라 환경산업에 미치는 영향은 매우 크다. 보다 환경 친화적인 물자를 구매하고 폐기물 배출을 최소화 하는 것은 군이 앞으로 지속적으로 추구해야 할 과제 중의 하나이다.

#### I) 국방 녹색성장 개요

이명박 대통령은 2008년 8월 15일 광복절 경축사에서 저탄소 녹색성장을 대한민국의 성장을 위한 새로운 국가비전으로 선포하였다. 세계적인 에너지 자원고갈의 위기 및 화석연료의 사용으로 인한 지구온난화를

해결하고 우리나라의 새로운 성장 동력을 모색하기 위해서는 저탄소 녹색성장이 우리의 미래를 책임질 유일한 선택이다.

정부기관 중 가장 많은 에너지 물자를 사용하고 있는 군은 국가의 정책에 부응하고, 국가 기관의 모범으로서 민간 기관들의 적극적인 참여를 유도하기 위해 적극적인 저탄소 녹색성장 정책 추진이 요구된다.

군은 부여된 임무를 성공적으로 완수하면서도 세계적인 환경변화의 도전을 극복하기 위하여 획기적인 에너지 사용 전환이 요구된다. 기존의 무기체계 및 비무기체계는 운용을 위하여 다량의 화석연료를 사용하여 한정된 에너지 자원을 고갈시키며, 환경에 대한 부담을 가중시켜 정화를 비롯한 환경보전을 위한 비용을 증가시킨다.

군은 기존의 화석연료 대신에 신·재생에너지 및 청정에너지의 사용 증대가 요구되며, 폐기물 등에 대한 재활용 비율을 높여 환경에 대한 부담을 저감시켜 환경비용을 감소시켜야 한다. 또한 지속적인 세계 각국의 환경기준 강화에 따른 무기체계 및 비무기체계의 수출 및 운영 유지를 위해서는 생산되는 군 장비 및 시설의 환경기준을 강하시켜 방산 수출의 우위를 선점할 수 있는 계기가 되어야 한다.

군에서 추진하는 저탄소 녹색성장 정책은 녹색성장 위원회의 녹색성장 국가전략과 추진계획을 기초로 하여 국방부의 실정에 맞게 설정하였다. 09년 6월, 국방부는 정부의 저탄소 녹색성장 국정운영 기조에 맞추어 국방 녹색성장 3대 목표(국방자원의 고효율화, 녹색 국방기술의 성장 동력화, 전 장병의 녹색시민화)를 제시하였다. 이는 녹색성장 국가전략 3대 목표인 Green Society, Green Economy, 그리고 Green Korea를 군의 여건에 맞게 조정하여 설정한 것이다.

국방자원의 고효율화는 많은 에너지 물자를 소비하는 국방 무기 및 비무기체계를 탄소 소비를 최소화하는 에너지 효율적인 시스템으로 구축하는 것을 목표로 한다. 녹색 국방기술의 성장 동력화의 목표는 방위 산업 분야 수출 및 성장을 위하여 기존 산업을 녹색화하고 국방 녹색기술 산업에서 신기술을 선점하여 신성장 동력을 창출하자는 것이다. 전장병의 녹색 시민화는 국민교육기관으로서 장병들에 대한 녹색 성장 교육을 통하여 국민을 계몽하고 미래 국가성장의 초석이 되게 하는 것을 목표로 한다. 이러한 국방녹색성장 목표 추진으로 국방 분야에 내재되어 있는 가능성 있는 요소들을 먼저 발견하고 선점함으로써 군 장비 및 시설의 첨단화와 방산수출을 선점하는 계기가 될 것이다.

[표13] 국방 녹색성장의 3대 전략 및 7대 정책 과제

3대 전략	기후변화 대응 및 국방에너지 혁신	국방 신 성장동력 창출	장병 생활방식 변혁 및 녹색군 위상 강화
7대 정책 과제	① 저탄소·에너지 절감형 국방운영 ② 녹색 작전·훈련 체제 구축 ③ 기후변화 대응 체제 구축	④ 녹색 국방기술 개발 ⑤ 군녹색기능인력양성 및 일자리 창출	⑥ 병영생활의 녹색화 ⑦ 녹색 국방환경 조성

※ 09년 국방녹색성장 추진결과 반영 ; 10대 정책과제 30개 실천과제에서 7대 정책과제 23개 실천과제로 수정

3대 전략	정책과제(7)	실천과제(23)
기후변화 대응 / 국방 에너지 혁신	① 저탄소·에너지 절감형 국방운영	(1) 군부대 탄소관리모델 개발 활용 (2) 탄소 저감형 장비 / 차량 보급 확대 (3) 저탄소 연료사용 확대 (4) 신·재생에너지 생산·활용 확대 (5) LED 전등 교체 (6) 에너지 절약 실천
	② 녹색 작전·훈련 체제 구축	(7) 기후변화의 작전 영향요소 분석 / 예측 (8) 환경친화적 교육훈련 방법 개발
	③ 기후변화 대응 체제 구축	(9) 재난 대비 민·관·군 대응체제 강화 (10) 기후변화 관련 질병 예방활동
국방 신성장 동력 창출	④ 녹색 국방기술 개발	(11) 국방 녹색기술 혁신 기반 구축 (12) 저탄소 / 고에너지형 신무기체계 개발 (13) 친환경 / 녹색에너지 기술개발 (14) M&S 기반 군사훈련체계 개발
	⑤ 군 녹색 기능인력 양성 및 일자리 창출	(15) 군 녹색 기능인력 양성·활용 (16) 녹색 국방기술 개발 전문인력 유치
장병 생활방식 변혁 / 녹색군 위상 강화	⑥ 병영생활의 녹색화	(17) 장병 교육 및 의식개혁 (18) 자연환경 보호 육성 (19) 폐기물 발생 최소화 / 자원재활용 (20) 자전거 이용 활성화
	⑦ 녹색 국방환경 조성	(21) 친환경적 부대이전 / 시설재배치 (22) 군 주둔지 오·폐수 처리시설 개선 (23) 녹색개념의 국방 정보화 추진

국방부는 09년 6월 국방녹색성장 종합추진계획을 수립하여 국방 분야에서 녹색성장의 방향을 제시하였고, 09년 7월 국방차관을 위원장으로 하는 국방 녹색성장 추진위원회를 구성하였다. 국방부의 기본전략에 따라 방위사업청 및 국방과학연구소 등은 국방 기술 분야에서의 녹색성장 추진을 위해 09년 8월 국방녹색기술 종합실행계획을 수립하여 저탄소 미래에너지 기반 무기체계 연구, 국방 14개 분야에 대한 연구 동향 분석 등을 통해 국방 녹색기술 개발을 추진하고 있다.

### 3.2. 목질계 고형연료 군 보급 전망

목재펠릿은 톱밥을 고온 압축하여 담배 필터형태로 가공한 연료로 일반 목재연료에 비하여 저장과 사용이 간편하고, 80~85%에 이르는 고효율성으로 인하여, 친환경적으로 이용 가능한 재생에너지로 주목을 받고 있는 제품이다. 산림조합중앙회는 국내 최초로 연간 12,500톤 생산 규모의 목재펠릿 제조시설을 경기도 여주에 설치하였다. 이 제조시설에서 생산된 펠릿은 연간 경유 6백만 리터(약 80억 원)를 대체할 수 있으며, CO<sub>2</sub> 발생량을 1/12 수준으로 경감시킬 수 있을 것으로 기대된다. 산림자원 활용을 위한 군부대 시범사업 협조 요청에 따라 군에서는 '09년 군 도입 및 적용 가능성 검토를 거쳐 시험적용 결과에 따라 군 보급을 추진하고 있다. 시범사업 결과 탄소절감은 효과적이나 예산측면에서는 비효율적(연료비 : 경유대비 1.2~1.6배, 보일러 가격 : 14배, 건축비 : 2천5백만원)이라는 평가가 내려졌으며, 보일러 KS 미인증 그리고 회분(재) 처리요소 발생 등의 제한사항으로 인해 실제 적용을 위해서는 추

가격 검토가 필요할 것으로 보인다. 하지만 폐기물 자원화(RDF : refuse derived fuel)로 처리비 절감 및 대체 에너지 생산에 기여한다는 측면을 고려한다면 도입을 검토할 필요성도 있다.

[표14] '10년 육군 신·재생에너지 시설 설치 추진 실적 및 계획

태양광	풍력	목재펠릿	폐기물 자원화
2개소 (백두·가칠봉OP)	1개소 (가칠봉OP)	3개소 (수방사·0,0공병)	1개소 (0군사, 원주시)
용량 : 15kW	용량 : 20kW	용량 : 26~30만kW	용량 : 80톤 / 일

### 3.2.1. 목재펠릿의 이용여건

#### 3.2.1.1. 목재펠릿의 수요 잠재력

목재펠릿은 난방용 석유류 대체 연료로서 가격경쟁력을 확보했다. '09년 12월 현재 목재펠릿의 연료가격은 경유의 56%, 보일러등유의 82% 수준이다.

목재펠릿은 도시가스가 공급되지 않는 농산촌 지역의 난방용 유류 대체용으로 이용 잠재력이 가장 클 것으로 전망된다. 전체 농가 중 71%인 약 90만 농가에서 난방용으로 보일러 등을 사용한다.

[표15] 농가 가구 별 난방 기구 현황

구 분	가구수 (천호)	비율 (%)
등 유	904	71
심야전기	170	13
연 탄	58	5
도시가스	48	4
기 타	91	7

\* 출처 : 농업총조사, 통계청('06)

시설원에 14천ha에서 난방용으로 면세경유를 사용('08년 126만kl)하고 있다. 그 중 10년 이상 노후온실이 전체 90% 이상을 차지하여 교체시기가 도래하였고, '10년부터는 신규 난방기에 대한 면세경유 공급이 중단된 상황이다.

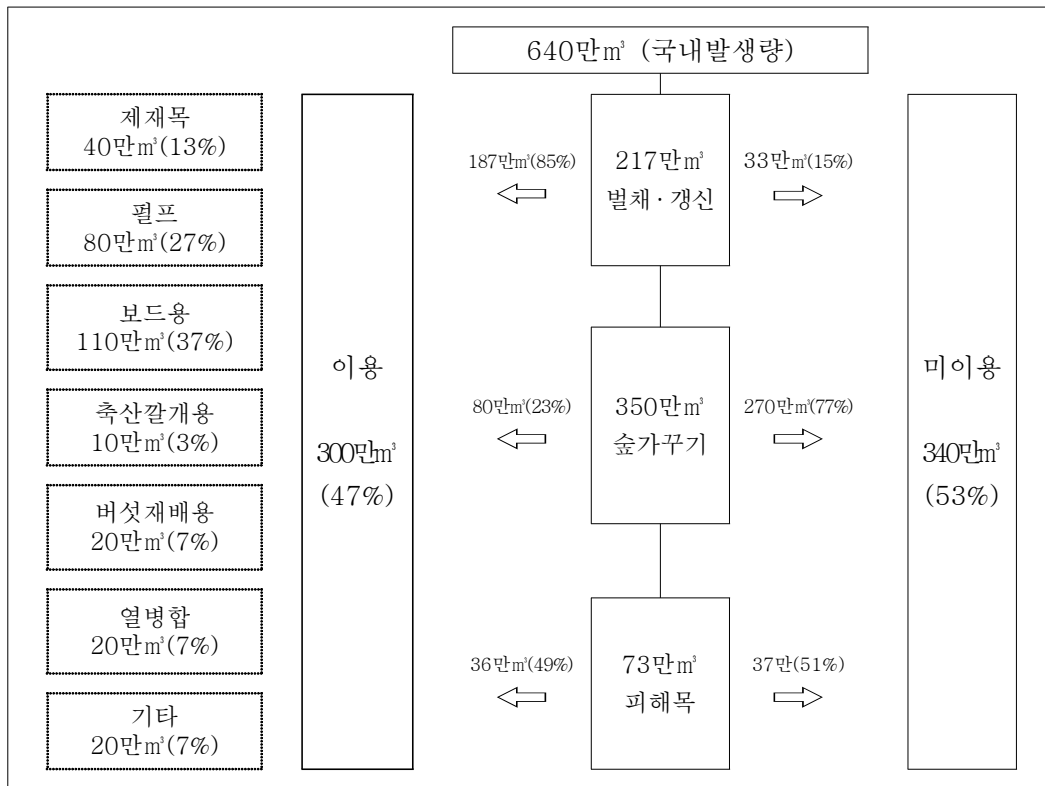
따라서, 공공시설, 발전소 등의 신재생에너지 의무사용 여건마련이 필요하다. 신축, 증·개축(3,000㎡이상) 공공시설은 총 공사비의 5%이상 신·재생에너지 사용을 의무화 하는 것을(신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급촉진법) 추진 중이다. 신재생에너지 의무할당제(RPS)가 도입되는 '12년부터 석탄화력 발전소는 의무이행을 위해 대체연료가 필요하다. 현재 국내 석탄화력 10개 발전소는 66백만톤(유연탄 63, 무연탄 3백만톤)의 석탄을 연료로 사용하고 있다.

#### 3.2.1.2. 목재펠릿의 공급 잠재력

국내에서 벌채·숲가꾸기 등으로 발생하는 원목 및 부산물은 총 640만㎥으로 이중 53%인 340만㎥이 미 이용되고 있다. 미 이용 340만㎥ 중 경제적, 기술적으로 수집이 불가능한 약 40%를 제외한 약 200만㎥ 정도가 목재펠릿으로 이용 가능할 전망이다.



[표16] 국내 목재펠릿 공급 가능량



임도·기계화 보급 확대와 목재생산 증가 고려 시 목재펠릿으로 이용 가능한 자원은 '12년 현재 80만m³, '20년 200만m³이 될 전망이다.

[표17] 산림바이오매스 발생 및 이용 잠재량

구 분	'10	'11	'12	'17	'20
총 발생량 (만m³)	700	760	820	1,250	1,600
총 이용량 (만m³)	360	420	480	750	1,000
목재펠릿 이용량 (만m³)	22	50	80	150	200

### 3.2.1.3. 목재펠릿 활성화 대책

#### I) 목표 및 추진전략

'12년 농가주택 4만호, 시설원에 8.3% 난방을 목재펠릿 대체. '20년 농가주택 14만호, 시설원에 37% 난방을 목재펠릿으로 대체하는 것이 목표이다. 추진전략은 다음과 같다.

[표18] 목재펠릿 활성화 추진전략

구 분	내 용
체계적 수요관리	1. 농산촌 난방용 연료 대체에 주력
	2. 산업용·발전용 수요에 체계적 대응
	3. 초기 수요창출을 위한 공공부문 우선 보급
안정적 공급	1. 지역여건을 고려한 목재펠릿 생산시설 확대
	2. 안정적인 해외 공급원 확보
	3. 목재펠릿 보급 일관시스템 구축
이용기반 구축	1. 초기 보급 확산을 위한 여건 조성
	2. 선진국 수준의 기술력 확보
	3. 목재펠릿 산업화 지원체계 구축

[표19] 목재펠릿 수급전망

구 분	수 요	공 급
2009	2만톤 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 농촌주거용 1.5만톤(0.2%)</li> <li>• 시설원예용 0.2만톤</li> <li>• 기타 0.3만톤</li> </ul>	2만톤 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 국내 생산 1만톤(50%)</li> <li>• 해외도입 1만톤(50%)</li> </ul>
2010	18만톤 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 농촌주거용 4.8만톤(0.9%)</li> <li>• 시설원예용 3.2만톤(1.1%)</li> <li>• 기타 10만톤</li> </ul>	18만톤 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 국내 생산 11만톤(61%)</li> <li>• 해외도입 7만톤(39%)</li> </ul>
2011	40만톤 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 농촌주거용 13만톤(2%)</li> <li>• 시설원예용 13만톤(4.8%)</li> <li>• 기타 14만톤</li> </ul>	40만톤 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 국내 생산 25만톤(63%)</li> <li>• 해외도입 15만톤(37%)</li> </ul>
2012	75만톤 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 농촌주거용 24만톤(4%)</li> <li>• 시설원예용 23만톤(8%)</li> <li>• 기타 28만톤</li> </ul>	75만톤 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 국내 생산 40만톤(53%)</li> <li>• 해외도입 35만톤(47%)</li> </ul>
2020	500만톤 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 농촌주거용 84만톤(16%)</li> <li>• 시설원예용 125만톤(37%)</li> <li>• 기타 291만톤</li> </ul>	500만톤 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 국내 생산 100만톤(20%)</li> <li>• 해외도입 400만톤(80%)</li> </ul>

\* 출처 : 목재펠릿의 에너지 활용대책, 산림청, 2009. 12. 31

### 3.2.1.4. 세부 추진계획

#### I) 목재펠릿의 체계적 수요관리

##### i) 가정용 목재펠릿 보일러 보급

2008년 24대를 시작으로 농촌주택을 중심으로 보급이 되었다. 지자체 보조 사업으로 추진하였으며(국비 30, 지방비 40, 자부담 30) '08년 24대, '09년 3,000대, '10년 4,000대, '11년 4,000대 보급 하였다. 이를 통하여 약 2011년 말 기준 약 4만톤 소비규모를 확충하였으며 '09년 그린홈 100만호 사업 등 목재 펠릿보일러를 360대를 설치하였다.(지경부) 하지만 잦은 고장, 낮은 열효율 등 보일러 성능문제가 심각하게 대두되었다.

그에따라, 2012년부터 인증된 보일러를 별도 심사(자동청소, 안전 기능강화, 단기적 보일러 수명은 10년이상)하여 보급대상을 결정하고 있다. 인증제도의 정착과 시장기능이 활성화 되면 산림청 지정 우수제품 제도 도입 및 산림청 우수제품 설치시 설치비 및 펠릿 1톤 지원(약50만원), 용자제도 등 보조방식을 개선하려고 추진중에 있다. 2016년까지 약 25천대 보일러 유통 예상하고 있으며, 폐기되는 보일러 수량 감안하여, 연평균 3천대 증가할 것으로 예상된다.


[표20] 연도별 보급량 증가 추정

구분		2011 까지	2012	2013	2014	2015	2016
보급대수 (천대)	당년	11	2	2	3	3	4
	누계	11	13	15	18	21	25
펠릿소비규모(천톤)		44	52	60	72	88	100

## ii) 시설원예용 펠릿난방기 보급 확대

정부의 에너지 주요 관리대책에서 '12년 시설원예 난방면적(14천ha)의 20%, '17년 30%를 목재펠릿으로 대체를 추진하고 있다. 일부 자치단체에서는 자체 예산으로 시설원예용 펠릿난방기를 보급하였으며(광주광역시 50대, 전남 화순시 7대) 농촌진흥청은 시설원예용 펠릿 난방기를 개발하였고('08.12), 국립수목원에서는 유리온실(3개동)에 펠릿보일러를 설치하고 기름 보일러와 비교 / 분석하였다.('09. 12)

농식품부에서 2010년부터 화훼, 파프리카 등 시설농업에 시설원예용 펠릿 난방기를 보급하고 있다. 기준가는 150백만원/ha (국비30, 지방비 30, 용자 20, 자부담 20)으로 '10년 138ha, '11년 140ha에 보급을 추진 하였다. 농업실용화 재단의 시험성적을 통과하고 농기계협동조합 가격 집에 등재한 경우에 한하여 지원 사업을 참여하도록 하였다.

	<p>&lt;시설원예용 펠릿보일러 이용사례&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 농진청 대관령 고령지 농업연구센터</li> <li>• '08년 동절기 시험결과 경유대비 약 46.4% 연료비 절감</li> <li>• '09년 12월 현재 펠릿보일러 21대 운영 중</li> </ul>
---	---

[그림 7] 시설원예용 펠릿보일러 이용사례

앞으로 시설원예 160ha에 펠릿 난방기를 시범보급하고(120억원), '12년까지 시설원예 가온면적의 8.3%를 추가 보급할 계획이다. 펠릿제조 시설 인근 시·군을 중심으로 '10년 시범사업 대상을 선정하였으며, 새

만금, 영산강, 화옹간척지 등에 조성할 대규모 온실 단지에도 펠릿보일러를 설치 할 예정이다.

하지만, 농식품부의 계획에 따라 추진이 원칙이나 펠릿 수급상황과 현실적 여건 등을 감안하여 목표량을 조정하는 등 협의를 지속적으로 추진하고 있다. 향후 연평균 200~250ha의 시설원예용 펠릿난방기를 지원하고, 2016년까지 약 1,250ha에 대한 난방이 가능하고, 축·수산 분야에도 신규수요가 예상된다.

[표21] 연도별 보급량 증가 추정

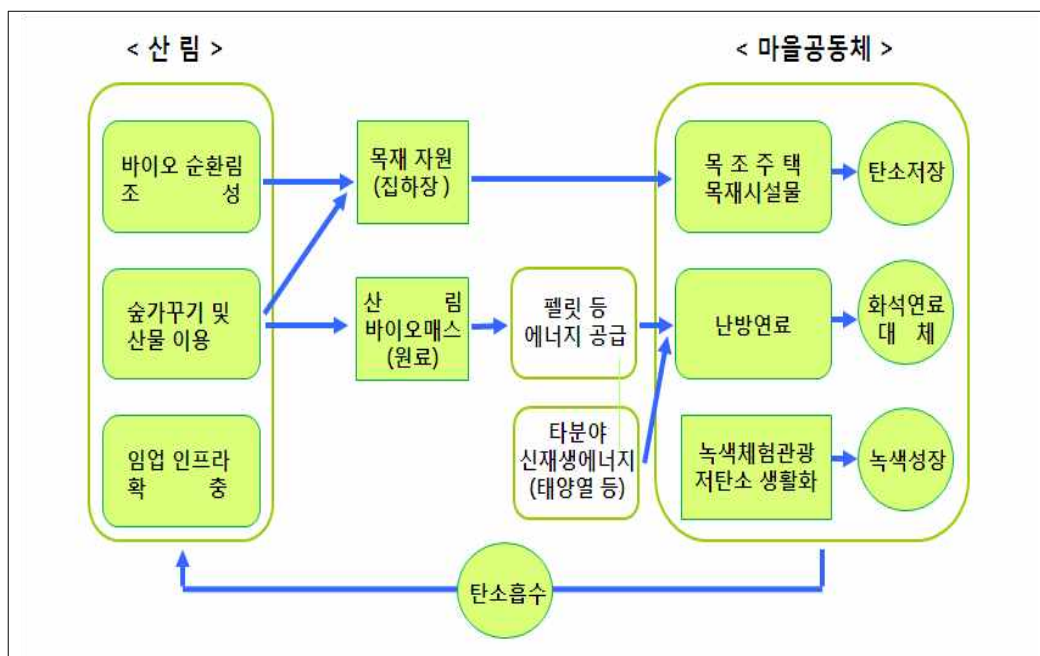
구분		2011지	2012	2013	2014	2015	2016
보급대수 (ha)	당년	278	140	182	200	200	200
	누계	278	418	600	800	1,050	1,250
펠릿소비규모(천톤)		63	94	135	180	240	280

### iii) 지역단위 난방 및 건물 난방

산림탄소순환 마을의 개념을 정립(산림탄소순환마을 : 지역내 발생하는 산림바이오매스의 에너지 활용과 목재 이용 확대로 탄소저감을 실하는 저탄소 녹색마을)하여 유형별 조성 방안을 마련하였으며, 지자체, 마을주민, 지역단체 등이 참여하는 ‘지역공동체 협력사업’으로 사업을 추진하고 있다.

'10년 산림탄소순환 마을 조성사업 대상지를 선정하였고, 전국 7개 응모 마을을 대상으로 현장 평가와 중앙 심사를 거쳐 경북 봉화군 서벽리와 강원 화천을 사업대상지로 선정하여 산림탄소 순환마을 조성사업을 추진중에 있다.

향후 봉화, 강원 화천 지역에 산림탄소순환마을 조성(탄소저감을 위한 목재펠릿 중앙집중식 난방과 목조건축)을 위해 2011년부터 3년간 총 50억원을 투자할 계획이며 사업이 완료 후 성과를 분석하여 추가 확대 여부를 결정할 것이다. 또한 '14년 까지 11개의 '산림탄소순환마을'을 조성할 계획이다. 소규모 집단화 된 마을을 대상으로 지역단위 집단 난방 시범사업을 3개소 시행할 예정이며 시범사업 내용은 펠릿 보일러와 예비용 기름보일러 설치 병행, 펠릿 제조사 또는 보일러 제조사에서 보일러 청소 등 관리 내용을 다루고 있다. 호텔 등 건물 난방에 목재펠릿 수요 증가를 대비하여 산업용 목재 펠릿 보일러 지원 대상에 건물 난방을 포함하여 사업을 추진하고 있으며, 지역난방, 건물 난방 등으로 2016년까지 약 10만톤 소비 규모를 확충하고 있다.



[그림 8] 산림탄소순환마을 개념도

iv) 산업용 목재펠릿 보일러 보급

산업용 목재펠릿 보일러 시범사업 추진 및 국가, 공공기관에 대한 대형 펠릿 보일러 보급을 추진하고 있으며, 산업용 시범보급은 경기 포천 평택, 충북 청원, 전남 화순 이다. 또한 산업용 목재 펠릿 보일러 제조 및 준공검사 기준을 '11년 9월에 마련하여 산업용 목재펠릿 보일러의 품질제고를 위한, 제조업체에 대한 사전 제조능력 심사 등을 실시하고 있다. ('11년 11월 현재 4개 업체 인정, 본사업 착수 전까지 5~7업체 인정예정)

2012년부터 산업용 목재 펠릿 보일러를 본격적으로 보급하여('12년 60억) 민간보조 사업으로 산림청이 직접추진(국비 50, 자부담 50)하고 있으며, 보일러 완성품뿐만 아니라 연소기만 교체하는 것도 지원하고 있다. 공모를 통해 지원대상 업체를 확정하고, 지원대상 업체는 산림청에 등록된 업체 보일러를 선정하여 설치하고 있다. 이를 위해 목재펠릿 연료의 안정적 공급을 위해 제조 유통사와 MOU를 체결하였다. 또한, 시장이 활성화 할때까지 직접지원하고 이후에는 용자 등으로 전환할 예정이다.

[표22] 연도별 보급량 증가 추정

구분		2011 까지	2012	2013	2014	2015	2016
보급대수 (대)	당년	7	43	50	100	200	300
	누계	7	50	100	200	400	500
펠릿소비규모(천톤)		4	60	150	300	600	700

\* 정부보조 이외 자발적 설치 포함('14년 이후 자발적 설치 확대예상)



#### v) 발전용 수요 대응

목재펠릿의 발전용 이용 가능성 검증을 위한 혼소시험을 추진 중이다. 산림청, 동서발전(동해화력), 한전 전력연구원이 공동으로 혼소시험을 실시하고, RPS도입에 따른 경제적·기술적 이용가능성을 검토 중이다.

또한, 한전과 산림바이오매스 공급협력 등을 위한 MOU 체결하여 추진하였다.(동서발전 : '11. 6. 16, 남동발전 : '11. 7. 21)

[표23] 목재 펠릿의 발전용 혼소시험

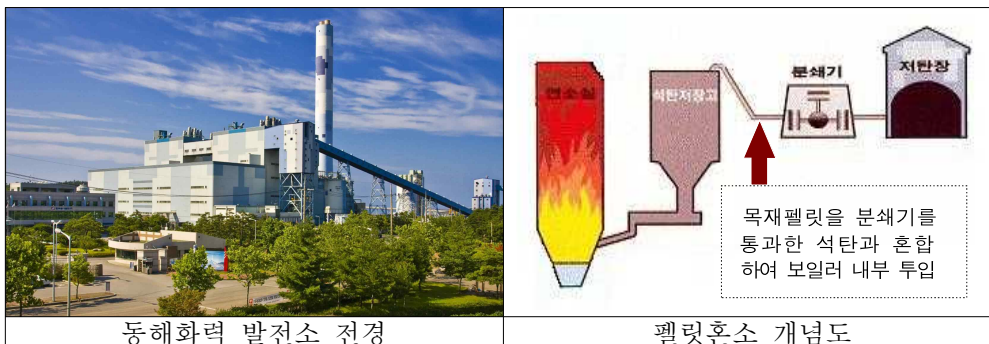
대 상 : 동해화력 발전소(순환유동층 보일러)

• 용량 : 400MW (200MW\*2개 호기)

• 사용연료 : 무연탄(국내 및 수입산) 약 150만톤/년 사용

방법 : 실험실에서 펠릿의 연료특성 및 반응속도를 분석하고 발전소 시험은 3일간 각각 1%, 3%, 5%를 혼소

원료 : 인도네시아 진출 국내기업으로부터 목재펠릿 180톤 도입



#### 혼소시험 결과

- 5%내 혼소에서 기술적·환경적으로 문제없음 (한전 전력연구원)
  - 염소가스 농도 뿐만 아니라 다이옥신은 규제치에 크게 미치지 않음
  - 무연탄 보다 빠른 연소반응속도를 보여 연소환경 개선에 긍정적 효과
- 다만, 석탄에 비해 목재펠릿의 경제성은 없음
  - 목재펠릿 연료비(27만원/톤)는 수입 무연탄(81\$/톤)에 3.7배
  - RPS도입시 펠릿혼소발전 REC(신재생에너지 인증서)에 가중치 부여 필요

향후 숲가꾸기 산물수집 확대 등 국내 바이오매스 공급 확대시킬 것이며, 미분탄형 석탄화력발전소에 대한 목재펠릿 혼소발전 시범사업을 추진 할 계획이고(지식경제부), 2013년부터 발전용 수요확대에 대비하여 해외 공급망을 구축할 전망이다. 현재 발전 단가 고려 시 펠릿혼소는 RPS가 도입되는 '12년 이후 REC가격 등과 연계하여 검토 중이며 경제적으로 유리한 임산폐기물칩의 산업용·발전용 이용이 확대될 전망이다. 현재 임산폐기물 칩은 LNG, 벙커-C유 보다 연료비가 1/3수준이다. 단가(원/Mcal)로 살펴보면 폐목재칩 18원, C-C유 54원, LNG 64원, 유연탄 14원이다.

[표24] 임산폐기물칩의 산업용·발전용 이용

**현 황**

- 임산폐기물칩(WCF : Wood Chip Fuel)란 뿌리와 가지, 기타 임목 폐기물을 연소하기 쉬운 칩 형태로 만든 연료
- 현재 산업단지 1개소(서대구)와 목재산업체 3개소(이건산업, 선창산업, 대성목재)에서 WCF를 이용한 열병합발전 시설 운영

**서대구 열병합발전 사례**

- (주) 엘콘파워는 목재폐기물을 가공한 목재칩(연간 8만톤)으로 열병합 발전
- 산업단지(청우섬유외 24업체)에 증기보급(756톤/일) 및 전기생산(200kWh 한전에 판매)
- 원료는 폐목재 및 도시정비 폐기물 등을 처리비용을 받고 목재칩으로 생산, 480톤/일 공급(톤당 45천원)



폐목재 등



연료(목재칩)로 가공



열병합발전 공장

## II) 목재펠릿의 안정적 공급

### i) 국내 목재펠릿 생산시설 확충

'08년 말 산림조합중앙회 중부목재유통센터(여주)에 목재펠릿 생산시설을 설치(국비 70%, 연간 12,500톤 규모)하였다. 이후 '09년 4개소, '10년 8개소, '11년 3개소 등 총 16개소에 대한 설치지원(연생산 137천톤 규모)하였으며, 순수 민간 투자 5개소(약 69천톤/년)포함시 연간 약 20만톤을 생산하고 있다.

[표25] 목재펠릿 국고보조 제조시설 현황

시설 연도	지역	사 업 자	생산규모 (톤/년)	연락처	비고
2008	경기 여주	산림조합중앙회	12,500	031-881-1396	
2009	충북 청원	신영 E&P	12,500	043-241-7878	
	경남 김해	아주녹화개발	12,500	055-339-9808	
	충북 단양	산림조합	12,500	043-422-3511	
	경기 양평	산림조합	12,500	031-772-2144	
2010	충북 괴산	(주)풍림	6,250	043-836-6663	
	경남 거창	개명목재산업	3,125	055-942-2400	
	강원 태백	(주)청림	6,250	033-554-0063	
	경기 포천	경기아스콘	3,125	031-533-2091	
	충남 연기	산림조합	6,250	041-865-2132	
	전북 무주	무주군수	12,500	063-320-2423	
	경북 포항	산림조합	12,500	054-247-4654	
	경남 산청	산림조합	6,250	055-973-4400	
2011	전남 광양	대현우드	12,500	061-794-1066	
	강원 화천	화천군청	3,125	033-440-2422	
	제주 서귀포	산림조합	3,125	064-738-5101	

[표26] 목재펠릿 순수 민간투자 제조시설 현황

시설 연도	지역	사 업 자	생산규모 (톤/년)	연락처	비고
2009	강원 동해	일도 바이오	6,250	033-521-8490	
	전남 화순	SK 임업	12,500	061-372-2870	
	강원 정선	우주그린산업	25,000	033-563-6533	
	경기 평택	(주)그린에코	12,500	031-647-3456	
2010	경남 사천	바이오삼삼	12,500	055-855-3334	

※ 시설년도는 착공일 기준임

2011년에는 펠릿 판매량 부진으로 제조시설 신설에 대한 국회 등의 지적이 많은 상황이었다. 이에 따라 향후 시설 지원은 소비량 확대와 연계하여 추진하되, 국내 제조시설은 민간시설 포함하여 총생산 25만톤까지 직접 지원하기로 하였다. 다만, 수용확대로 제조시설이 추가로 필요한 경우에는 민간투자를 유도할 것이며, 산림청에서는 용자지원만 추진할 예정이다. 순수목재 펠릿 이외 잣 부산물, 잔디 등 바이오매스를 활용하는 제조시설도 시범 추진할 예정이다.

[표27] 연도별 국내 펠릿 제조시설 지원계획

구 분		2011 까지	2012	2013	2014	2015	2016
보급대수 (개소)	당년	16	1	1	2	-	-
	누계	16	17	18	20	20	20
생산규모(천톤)		137	150	162	181	181	181
민간시설 포함(천톤)		205	218	231	250	250	250

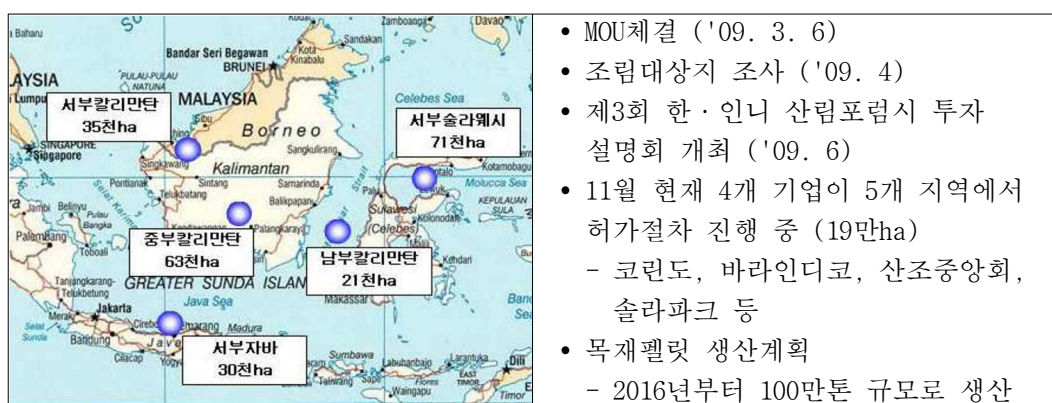
또한, 목재펠릿의 원료공급과 수요처 확보에 유리한 지역을 중심으로 '12년 40만톤, '20년까지 1백만톤 규모의 생산능력 확보하고, 지역특성에 맞게 규모를 차별화하여 맞춤형으로 설치하도록 추진 중이다.

[표28] 목재펠릿 생산시설 설치 현황

구 분	계	'08년	'09년	'10년	'11년	'12년
0.5톤/h	9개소	-	-	2	3	4
1톤/h	15개소	-	-	4	5	6
2톤/h	14개소	1	4	2	3	4
계	38개소	1	4	8	11	14

#### ii) 해외 목재펠릿 생산기지 구축

한·인니 정상회담('09.3)에서 인니측이 제공기로 한 20만ha에 대하여 후속조치 중이며(인도네시아와 MOU를 체결하고, 조림 대상지에 허가 절차 진행) 목재펠릿 생산도입을 위한 해외진출기업에 대한 행정지원 중이다. 현재까지 산림청에 신고된 해외진출 기업은 5개국 7개사이다. (인도네시아-솔라파크, GP Inco, LG상사, 미얀마-이오림, 베트남-GE에너지, 중국-대신그린텍, 러시아-탐인프라디벨로퍼)



[그림 9] 목재펠릿 생산기지 인도네시아 진출 현황

향후 인도네시아 목재펠릿 생산기지 구축의 가시적인 성과 창출을 위한 시범사업 추진을 계획 중이다. 해외 조림 및 목재펠릿 제조시설에 대한 지원도 확대할 계획이다. 용자지원액을 확대하고, 투자기업의 조림추천서 발급 등 행정지원 강화를 통한 지원 확대를 계획 중이다.

### iii) 임목부산물 등 바이오매스 공급

산물수집의 경제성확보 및 집약적 관리를 위해 숲가꾸기의 집단화를 추진 중이며, 생산량 증대를 위한 숲가꾸기 방법을 개선하고 있다. (숲가꾸기 간벌률 : ('09) 20% 약도 간벌 → ('10) 35% 강도 간벌) 또한, 중장기 목재펠릿 원료의 안정적 공급을 위한 바이오순환림 조성 기본계획('09. 2. 26) 및 실행계획('09. 12. 18)을 수립하여 조성면적의 60%를 백합나무등 속성수로 바이오순환림 조성하였다.('09년까지 6,116ha → '10년 6,000ha 조림 완료), 이에 따른 종자 및 묘목을 확보 하였다.

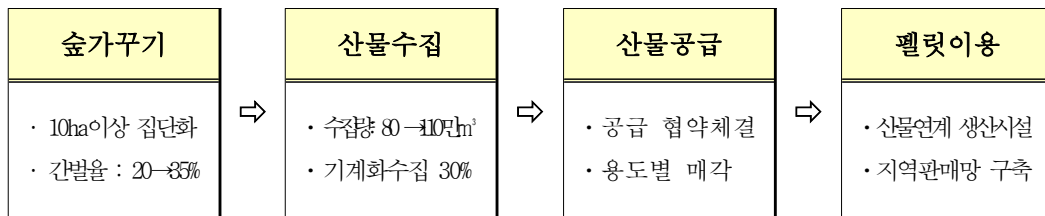
원활한 원료공급을 위해 목재펠릿 생산시설과 원료공급처(지방산림청 및 지자체)간 MOU도 체결하여 안정적 원료공급 체계를 구축하고 있다.

[표29] 목재펠릿 원료공급 MOU 체결 현황('09년)

목재펠릿 생산시설	MOU 대상(원료공급처)	MOU체결일
여주 목재유통 센터	· 북부지방산림청	'09. 10
화순 SK 임업	· 전남 16개 시·군 · 서부지방산림청	'09. 6 '09. 9
동해 일도 바이오	· 동부지방산림청	'09. 9
양평 산림조합	· 수원국유림관리소	'09. 7

펠릿공장 등 수요처와 국·사유림을 연계한 대면적 단지화를 조성하였으며, 대면적 시범단지는 20개소, 748ha, 국유림과 연계하여 7개소 190ha를 추진하였다. 또한, 숲가꾸기 산물 등 수집 확대를 위한 기술개발 추진하여 전간, 전목재 수집 시범사업 및 기계장비 등을 개발하였다.

그에따라, 체계적이고 효율적인 목재펠릿 원료공급을 위한 산림바이오매스 일관시스템 구축하여 수집량 증대와 생산비 절감을 위해 산물의 기계화 수집을 확대하고 있다.



[표30] '10년도 작업도 및 기계장비 보급 확대

구 분	'09년		'10년	
	물량	예산	물량	예산
작업도	3km	2억원	295km	252억원
기계장비	75대	12억원	546대	54억원

'10년 사·도별 1개소씩(8개) 기계화산물수집 시범사업 실시하고 있으며, 기계화 영림단을 체계적으로 양성 중이다. (국유림 25→40개단, 사유림 0 → 8개단으로 양성, 1인당1일수집량 : 인력0.8m<sup>3</sup>→기계화3.7m<sup>3</sup>) '10년부터 정부지원으로 설치되는 목재펠릿 제조시설에 대해서는 자치단체 등과 원료수급에 대한 MOU 체결을 의무화하고 있다. 바이오순환림은 국·사유림 연계사업 등 대면적 단지화 조성을 추진하고, 전면적 비

료주기로 생장을 촉진 시키고 있다. 바이오순환림 조성은 ('09) 6천ha → ('10)12천ha → ('12)36천ha → ('20)100천ha 등 점차 늘려나갈 계획이며, 50ha이상 대면적 단지(25개소 1,690ha) 및 국·사유림 연계 단지(7개소 626ha)를 조성 하였다. ('21년부터 매년 평균 1만ha씩 벌채하여 연간 42만m<sup>3</sup> 원목 공급 및 21만톤 목재펠릿 원료 공급예정이다.)

향후 주요 강, 새만금 등 유휴지를 활용하여 2~3년간 단벌기 수확을 하여 2012년~2016년(5년간) 총 2,000ha의 목재에너지림을 조성할 예정이며, 연 3만톤을 공급할 것으로 전망된다. 바이오 순환림은 백합나무 등 15~25년에 수확하여 2030년까지 100천ha를 확보할 계획이다. 임목 부산물 자원화 사업은 가지, 지엽, 후동목을 수집하여 2016년 이후 매년 3만톤 이상 자원으로 사용하도록 사업을 확대할 계획이며, 원목 수집에서 잘라낸 나무 전체를 수집하는 방식으로 개선하여 전목, 전간재 등의 집재 방식을 활성화할 계획이다. 또한, 잣 부산물, 잔디 등 비목재 바이오매스 활용 방안을 강구 하고, 조림예정지 정리 사업비를 벌채수집비로 활용하고 벌채 설계감리 제도 등을 통한 산물수집을 확대 할 것이다.

### Ⅲ) 목재펠릿의 이용기반 구축

#### i) 초기 수요창출을 위한 여건 조성

목재펠릿에 대한 자치단체의 이해증진을 위해 설명회 등을 개최하고 있다. 전국 시장, 군수, 구청장 연찬회 개최, 제1회 대한민국 펠릿대전 개최, 지방자치단체 담당자 교육, 시·도 산림과장 해외 선진지 견학 등 넓은 범위에서 진행되고 있다. 또한 목재펠릿 관련 심포지엄을 통해 대국민 공감대 형성에도 기여하고 있다. 목재펠릿산업 관련자를 중심의



펠릿협회 조직도 초기 수요 창출을 위한 여건 조성 방안 중 하나이다.

향후 목재펠릿보일러 설치농가에 감사서한 및 펠릿보일러 이해를 돕는 설명책자를 제작 발송할 계획이며, 자치단체 공무원 및 펠릿업계 관계자 교육을 위해 워크숍을 지속 개최할 계획이다.

#### ii) 목재펠릿 품질관리

목재펠릿의 경우 국립산림과학원에서 목재펠릿의 품질규격을 고시하고 있다.('09. 5. 21) 목재펠릿의 원료는 유해물질에 의해 오염되지 않은 목재를 사용하며, 발열량, 회분율, 함수율, 겉보기밀도, 크기 등 12가지 항목을 심사한다.

[표31] 목재펠릿의 품질기준

특 성	단 위	1급	2급	3급	4급
겉보기밀도	kg/m <sup>3</sup>	640	600	550	500
회분	%	0.7	1.5	3.0	6.0
함수율	%	≤ 10		≤ 15	
미세분	%	≤ 1		≤ 2	
내구성	%	≥ 97.5		≥ 95	
발열량	kcal/kg	≥ 4,300		≥ 4,040	

※ 목재펠릿 품질표시 의무화('10. 7)

- 산림자원의 조성 및 관리에 관한 법률 시행령 제46조

현재 유통 중인 목재펠릿은 품질검사결과 대부분이 1~2급이다. 1~2급은 가정용, 3~4급은 산업용으로 많이 쓰인다. 한편, 일부 중국산 저급 목재펠릿이 유통되어 소비자 불만을 초래하기도 했다.

향후 국내에 유통되는 목재펠릿(수입산 포함)에 대한 수시 품질결과를 실시하여 결과를 통보하고, 소비자 신뢰구축을 위해 목재펠릿의 품

질규격 의무표시제 도입 및 목재펠릿을 품질인증 대상품목에 포함시켜 관리할 계획이다. 또한 숲가꾸기 산물을 이용한 목재펠릿 제조 시 품질 향상방안에 대한 연구도 지속할 계획이다.

목재펠릿의 품질개선을 위해서 추진중인 사업은 첫 번째, 목재펠릿 제조 및 수입·유통업체를 등록하는 것이다. 이는 원재료 관리가 잘못될 경우 청정연료 이미지 훼손이 우려되기 때문이다. 또한, 국내 및 해외 제조사 현지실사 등을 통해 원재료 수급관리 상황 등을 파악하여, 문제가 없는 경우 산림청에 등록을 하고 펠릿 소비처에는 산림청에 등록된 제품만 사용토록 홍보하는 등의 제도를 마련하고 있다. 두 번째, 목재펠릿 등급 다양화 및 목재칩에 대한 기준 마련이다. 가정용, 난로·스토브 등을 위한 프리미엄급 기준과, 산업용, 발전용 등으로 사용가능한 5급 연료 기준을 마련하고, 목재펠릿 뿐만 아니라 칩 등 다양한 바이오매스 연료기준 마련을 추진중에 있다. 세 번째는 목재펠릿 인증기준 및 목재펠릿 등급별 사용기준을 마련이며, 마지막으로, 유통 펠릿에 대하여 수시, 무작위 확인을 통하여 미등록 제품 및 품질 불량 제품 유통 근절 등을 추진하여 목재펠릿의 품질개선을 추진중에 있다.

### iii) 목재펠릿 보일러 품질관리

목재펠릿 보일러의 품질관리는 현재 기 설치된 목재펠릿 보일러 전국 일제점검 실시 및 초기 부실제품 보급 방지를 위해 목재펠릿 보일러 설치기준을 정비하였다. 세부내용으로 열효율 80%이상, 역화방지기능 부착 등 산림청 보급기준 마련('09. 6. 26), '목재펠릿보일러의 성능·구조 및 설치기준' 마련(지경부, '09. 9. 28), 가정용 목재펠릿 보일러 인증기준 마련(지경부, '11.9.)등 이 있다.

또한 펠릿보일러 사후관리를 통한 소비자 신뢰확보를 위해 설치 보일러 DB를 구축하고 목재펠릿 보일러 종합관리대책을 수립하였다. 그리고 보일러 설치자 중 96명의 모니터 단을 선정하여 운영하고 있으며 국유림 관리 소장이 관내 펠릿보일러 설치 농가를 방문·상담하는 현장 특임관 제도 또한 운영 중이다. 펠릿보일러로 피해를 입거나 A/S가 불만족할 경우 신속한 처리를 위해 산림청에 소비자불만 신고전화도 설치되어 있다.('09. 11. 16) 또한, 목재펠릿 보일러 점검(수시) 및 폐업업체 제품에 대한 A/S지원 및 산림청 자체 용역을 통해 한국형 보일러 개발('12. 3월), 산업용 목재펠릿 보일러 제조능력 및 준공검사 기준 마련('11. 8) 등을 추진해 왔다.

향후 연구용역을 거쳐 펠릿보일러 설비인증 시스템의 구축, 소비자 보호를 위한 펠릿협회 중심의 공동 A/S반 운영, 목재펠릿 보일러 사용에 대한 소비자 만족도 조사 실시 등을 계획 중이다. 또한 불량 펠릿 보일러로 확인되어 시정조치를 하였음에도 2주 이내에 조치에 응하지 않거나, 2회 시정조치를 하였음에도 문제가 해소되지 않은 경우 보급사업 참여를 배제시키는 방법도 계획 중이다.

그간, 국립산림과학원과 목질바이오매스 연구사업단을 중심으로 목재펠릿에 대한 원천기술 개발 연구를 진행했으며, 현재까지 국립산림과학원 및 대학 등에서는 숲가꾸기 산물의 효율적인 수집시스템과 목재펠릿 제조 특성 등의 연구에 집중하고 있다. 그 결과 '09년 숲가꾸기 산물 특성에 따른 펠릿 제조기술, 목재펠릿 품질 간이 시험법, 이동식 소형 목재펠릿 제조기 등을 개발하는 성과를 보였다.

앞으로 목재펠릿 산업 각 부문별 핵심기술 확보를 목표로 하고 있다.

원료비 절감을 위한 고효율 저비용 산물 수집 시스템 개발, 목재펠릿제조 전 과정을 국산화하기 위한 성형장비 핵심부품 개발, 기름보일러 수준의 펠릿보일러 연소효율 향상을 위한 연소기 개발 등이 그 내용이다. 또한 지식경제부와 공동 연구체제를 구축하여 목재펠릿 보일러 제작 원천 기술을 확보하는 데에 투자할 계획이다.

요약해보면, 2012년부터 가정용보일러는 에너지관리공단에서 인증한 제품에 대해 자체 기준을 별도 적용하여 보급사업에 참여하도록 하며 세부내용을 살펴보면 보급대상 보일러는 열효율을 87%로 상향(인증기준 85%)하여야 하고, 부품의 성능, 원산지 등을 공개하여 불량부품 사용을 차단하도록 추진한다. 또한 한국형 목재펠릿 보일러는 부품 호환성과 외국제품 모방에 따른 특허관련 문제 해소에 초점을 맞추어 개발하여야 하며, 이는 개발된 부품은 보일러 제조사가 공유할 수 있도록 추진할 예정이다. 에너지 관리공단과 산업용 목재펠릿 보일러 기준 마련을 협의하고, 가정용 및 산업용 보일러 목표수명은 단기적으로 10년, 장기적으로는 20년으로 하며, 열효율을 90%까지 상향하도록 업체 및 연구기관과 협력하고, 지식경제부와 공동 연구를 추진하고 있다.

[표32] 목재펠릿 기술개발 추진 현황

'09년 까지	'10~'12년	'13년 이후
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 소형 펠릿제조장치 개발</li> <li>• 숯가꾸기 산물 이용 목재 펠릿 생산 비용분석</li> <li>• 숯가꾸기 산물 특성에 따른 펠릿 제조기술 개발</li> <li>• 목재펠릿 품질 간이 시험법 개발</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 펠릿 성형장비 국산화</li> <li>• 펠릿보일러 연소효율 개선</li> <li>• 펠릿생산 자동화 공정개발</li> <li>• 고효율 산물수집시스템 개발</li> <li>• 소형 펠릿성형기 현장 실증</li> <li>• 목재펠릿을 이용한 소구역 난방시스템 개발</li> <li>• 목재펠릿 고품질화 기술</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 한국형 펠릿연소기 개발</li> <li>• 한국형 펠릿성형기 개발</li> <li>• 저비용 건조기술 개발</li> <li>• 이용가능한 혼합펠릿 개발</li> </ul>

#### iv) 목재펠릿 산업화를 위한 제도개선

그동안 목재펠릿의 이용·보급 확대를 위한 목재펠릿 보일러 및 제조 시설 설치 시 보조금을 지원하였는데 보일러 설치 시 70%, 펠릿제조시설 설치 시 50% 보조금을 지원받았다. 선진국에서는 정책적 지원을 통해 목재펠릿의 조기 산업화에 성공하였다.

- 오스트리아 : 부가세 감면(20% → 10%), 보일러 교체시 가구당 최대 2천€ 지원
- 독일 : 부가세 감면(19%→7%), 보일러 설치시 30% 보조(최대 2.5천€)
- 프랑스 : 부가세 감면(19.4% → 5.5%), 투자비의 50% 소득세 환급
- 영국 : 부가세 감면(17.5% → 5%), 보일러 설치시 1,500£ 보조

목재펠릿의 산업화 촉진을 위해 펠릿제조 공장시설 투자 시 세액 공제 기간 연장하고 있으며, 펠릿제조시설 투자금액의 20%에 상당하는 소득세·법인세 공제기간을 연장하고 있다. ('09.12.31 → '11.12.31 조세특례제한법 제25조의2제1항)

향후 추진계획으로, 목재펠릿 보급 확대를 위해 판매·유통 시 부가가치세 면세를 추진하고 있으며, 연탄, 무연탄과 같이 부가가치세 면세에 포함(부가가치세법 제12조) 목재펠릿 제조시설 및 원료수급 원활화를 위한 자금을 지원하고 있다. 국산원자재 및 폐목재 구입자금에 대한 융자규모를 확대하여 (융자규모 : ('09) 125억원 → ('10) 164억원) 목재펠릿의 법제화를 통해 목재펠릿을 임산물로 명확히 하고 관리체계 확립해야 할 것이다.

#### v) 경제적 효과

'12년까지 원유대체 및 온실가스 감축효과를 통해 약 3천억원, '20년

까지는 총 3조원의 경제적 가치 창출할 것이다.

[표33] 목재펠릿 보급에 따른 경제 가치 창출 전망

구 분		개원	연 도 별					'13~'20
			소 계	'09	'10	'11	'12	
원유대체 효과	천배럴	59,651	4,478	103	608	1,319	2,448	55,173
	억원	27,353	2,878	106	410	910	1,452	24,475
온실가스 감축	천CO <sub>2</sub>	24,773	1,859	41	253	547	1,018	22,914
	억원	6,755	,507	11	69	149	278	6,248
총계(억원)		34,108	3,385	117	479	1,059	1,730	30,723

원유대체효과로 '12년까지 총 448만 배럴 원유대체, 2.6억\$(2,878억원) 외화를 절약하였다. '20년까지 총 5,965만 배럴 원유대체, 24.9억\$(2조 7,353억원)외화 절약이 기대된다.

온실가스 감축효과로 '12년 CO<sub>2</sub>발생이 186만톤 감소하였고, '20년까지 2,477만톤 감축(연 평균 2백만 톤) 할 수 있을 것으로 보인다.

또한 산물수집, 펠릿산업, 탄소순환마을 조성 등에서 '20년까지 총 246천개 계획기간 동안 연평균 약 2만개의 일자리가 창출될 것으로 보인다.

농가의 연료절감 효과도 기대되는데, '12년 39천 가구에서 연간 210억원의 연료비를 절감하였다. 이는 가정용 목재펠릿 보일러 1대당 연간 연료비 54만 원을 절감한 것과 같다. 또한 시설원예 1,164ha에서 연간 579억원의 연료비를 절감하였다. 시설원예 펠릿난방기 1ha당 연간 연료비 497만원 절감과 같은 수치이다.

### 3.3. 군 펠릿 보일러 설치현황

우리나라의 총 석유 소비량은 2007년 기준으로 약 8억 배럴로서 세계 7위이며, 공공분야는 약 2.2%인 약 1천8백만 배럴을 소모한다. 군은 공공기관 에너지 소모량의 무려 40%인 약 7백만 배럴을 소모한다. 이중, 공군, 육군, 해군은 각각 53%, 26%, 21%를 차지하며, 대량 무기체계가 소모하는 에너지 양의 많은 비중을 차지한다. 따라서 국가적인 저탄소 녹색성장을 추진하기 위해서는 국가기관인 군에서 모범을 보여야하며 석유연료의 사용을 저감시키고 다양한 신·재생에너지의 국방시설 활용을 제고하여야 한다. 또한 무기체계 및 비무기체계의 에너지 효율화라고 효율 국방경영체제를 구축해야 한다. 병영생활 속에서도 에너지 절약에 대한 실천, 습관화가 요구되며 장기적으로는 병영의 원천적인 에너지 절감 시스템 구축이 요구된다.

#### 3.3.1 초기 수요창출을 위한 공공부문 이용확대

'08년 5개 공·사립 휴양림에 목재펠릿보일러 24대를 시범설치 하였다. (금산 진산휴양림, 부여 만수휴양림, 문경 불정휴양림, 화순 백아산휴양림, 화순 한천휴양림) '09년도에는 4개 국립휴양림에 6개소, 국립수목원에 3개 온실, 소속기관 신축청사 2개소에 펠릿보일러를 설치하였다. 또한, 군부대 펠릿보일러 이용 가능성 검토를 위한 시범사업도 추진 중이다.

[표34] 군부대 펠릿보일러 설치 현황

설치 년도	설치 대상지	보일러용량	예산 (백만원)	설치 대수	설치 기관
2009	501방공대대(서울)	260,000kcal	90	1	산림청
2010	1군단 102공병대대(양주)	400,000kcal	104	1	국방부
	6군단 132대대(전북)	300,000kcal	119	1	
2011	15사단 공병대대	280,000kcal	100	1	
	26사단 기갑수색대대	800,000kcal	150	1	
	충북대학교 학군단	300,000kcal	157	1	



산림청 소속기관 청사 및 국공립 자연휴양림(142개소) 및 수목원 유리온실(11개소)에 대하여 목재펠릿 난방시설을 우선 설치할 계획이 있다. 타부처 소관 공공기관의 목재펠릿 보일러 보급은 신재생에너지 보급확대 정책과 연계하여 추진 예정이며 군부대는 보일러의 안정성, 펠릿 연료의 경제성 등 동절기 펠릿난방 시범사업 결과를 분석하여 확대 여부를 검토할 것으로 보인다. 관계부처와 협의하여 '10년 이후부터 마을회관 등 주민편의시설 및 사회복지시설 등에 목재펠릿 난방시설을 확대 보급하는 사안에 대해서도 추진 계획이 있다.

#### I) 충북대학교 학군단

강의실, 체력단련실, 샤워실 등 3층 건물 16실을 사용하고 있는 충북대학교 학군단(이하 학군단)은 온수 공급과 난방을 위해 기존 노후화된 기름보일러를 철거하고 목재펠릿보일러를 설치하였다.

한 차례 사용하면 바로 온수 사용이 어려웠던 샤워실은 목재펠릿보일러를 설치한 후 많은 인원이 동시에 온수를 쓸 수 있을 만큼 온수량이



풍부해져 추가로 샤워실을 설치하게 되었으며, 펠릿보일러 설치와 함께 열효율이 낮은 주철 라디에이터를 알루미늄 라디에이터로 교체, 학군단 건물의 난방 설비를 전체적으로 정비하는 계기가 되었다.

목재펠릿보일러 설치를 통한 이러한 변화로, 학군단은 연료비를 절감하면서 열효율을 극대화하여 에너지 절약과 함께 전보다 개선된 환경에서 학생들이 생활할 수 있게 되었다.

[표35] 설치현황

구 분	내 용
설치대상	충북대학교 학군단
설치장소	충청북도 청주시 흥덕구 개신동 12
설치시기	2011년 11월
설치유형	온수보일러 / 라디에이터
보일러 용량	350KW(30만kcal/hr)
보조기기	없음

그 결과, 약 66%(1개월 기준)에 달하는 연료비 절감 효과가 발생했다.

[표36] 절감효과

가동기간(실)		2011년 1월	2012년 1월
사용 연료별		등유	목재펠릿
연료 사용량	1개월(22일)	3,000 ℓ	4,500 ℓ
	일평균	136 ℓ	204kg
연료비	월	4,200,000원	1,440,000원
	일	190,900원	68,280원

\* 연료비 단가기준(2012년) 보일러 등유 1,400원/ℓ, 목재펠릿 320원/kg

## II) 육군 제 15사단(공병대대 1중대)

군부대가 많은 화천 지역에서 육군 제15사단(공병대대 1중대)은 목재 펠릿보일러를 사용함에 있어 선두적인 역할을 수행했다. 대용량의 목재 펠릿보일러를 설치하여 기존 등유보일러 대비 약 45%의 겨울철 난방비를 절감했고, 보일러실을 별도로 설치하여 부식에 대한 문제를 사전에 방지하면서 목재펠릿 보일러를 관리·운영하고 있다. 이와 더불어, 온수 탱크를 추가로 설치하여 원활한 온수 공급을 통해 부대원들에게 개선된 생활환경을 제공하는 계기가 되었다.

2012년 3월에는 화천 하남면 원천리 목재과학단지에 목재펠릿 성형제조시설이 완공돼 시운전에 들어갔고, 국립산림과학원의 인증 절차를 마치면 본격적으로 대량생산을 할 예정이어서 앞으로는 군부대에 목재펠릿 연료 공급이 더욱 원활해질 것으로 기대하고 있다.

[표37] 육군 제 15사단 펠릿보일러 설치 현황

구 분	내 용
설치대상	육군 제 15사단(공병대대 1중대)
설치장소	강원도 화천군 상서면 다목리
설치시기	2011년 11월
설치유형	온수보일러
보일러 용량	329KW(258,000kcal/hr)
보조기기	기름보일러(예비용)

[표38] 절감효과

구 분		2010년	2011년
가동기간(실)		1/16~11/30(15일간)	11/4~11/30(27일간)
사용 연료별		등유보일러	목재펠릿보일러
연료 사용량	합계	1,684ℓ	총 5,700kg
	일 평균	112ℓ/일	211kg(19kg/hr)
연료비	합계	2,258,000원	1,824,000원
	일 평균	151,000원	68,000원(6,000원/hr)

\* 연료비 기준

보일러 등유 : 유가정보시스템 2011년 기준 화천 지역 평균가(1,341원/ℓ)

목재펠릿 : 산림조합 목재유통센터 유통가(320원/kg)

### 3.4. 군 목질계 고형연료 사용 전망

#### 3.4.1 1차에너지 수요전망

1차 에너지 수요전망은 연평균 총 에너지 수요가 1.6%로 전망되나 수요관리(에너지 절약 정책 등)를 통해 1.1%로 에너지 보급계획을 수립하였다. 신재생에너지 및 바이오 에너지 보급률은 2006년 기준으로 2050년까지 정책적 목표를 적용하였다.

[표39] 신재생에너지 보급 전망

구분	1차에너지	신재생에너지 보급율		바이오 에너지 보급율	
	백만 TOE	천TOE	%	천TOE	%
2006	233.4	5,225	2.24	274	0.12
2012	262.6	10,504	4	3,151	1.2
2020	287.9	17,504	6.08	6,046	2.1
2030	300.4	33,044	11	10,214	3.4

\* 출처 : 제 3차 신·재생에너지 기술 개발 및 이용·보급 기본계획(2009~2030), 지식경제부, 2008  
폐자원 및 바이오매스 에너지 대책. 2008. 10

### 3.4.2 바이오연료 부문 현황 및 전망

국내 휘발유 자동차 등록대수(2012년 6월 기준) 924만대, 국내 휘발유 소비량은 휘발유 1ℓ = 8,000kcal(석유환산계수 0.800)로 계산하였을 때 국내 수송용 휘발유 소비량은 8.75백만 TOE/년이다. 현재 2012년 바이오에탄올 보급량은 0%이지만, 향후 정부는 바이오 에탄올을 보충할 것으로 전망된다. 이에 따른 가정으로 2020년 3%, 2030년 5%(엔진 미개조 시 최대 혼합비율임)로 바이오에탄올 보급량을 가정하였다,

국내 경유차량 등록대수(2012년 6월 기준) 685만대(수송용)이며, 경유 1ℓ = 9050kcal(석유 환산계수 0.905)로 계산하였을 때 국내 수송용 경유 소비량은 백만 TOE/년이다. 현재 2012년 수송용 경유차에 대해 2% 혼합 중에 있다.(400천kl/년 = 362천TOE/년)

[표41] 국내 휘발유 · 경유 소비량

(단위 : 1천배럴, %)

구 분	휘발유			경유(수송+산업용)		
	2011	2010	증감률	2011	2010	증감률
SK에너지	21,084	21,454	-1.72	38,103	39,052	-2.43
GS칼텍스	17,893	18,239	-1.90	29,126	31,689	-8.09
S-Oil	8,114	7,844	3.43	15,650	14,620	7.04
현대오일뱅크	10,156	9,247	9.83	22,404	20,382	9.92
총계	57,247	56,784	-0.82	105,283	105,743	-0.44

\* 출처 : 국내 휘발유 경유 소비량, 연합뉴스, 2011. 12. 7

위 표는 국내 휘발유 · 경유 소비량을 분석한 자료로서 2011년과 2010년 모두 1월~10월까지가 기준이다. 따라서, 연평균으로 계산하였다. 즉, 휘발유는  $(57,247+56,784) \div 2 = 57,015.5$  천배럴 이며, 이값을 10개월로 나누어주면 1달 평균치인 5701.55천배럴이 되며, 다시 이값에 2개월을 곱하여 주면 11,403.1천배럴이 나온다. 다시 여기에 10개월 평균값을 더해 주면  $(57,015.5 + 11,403.1) = 68,419$ 천배럴/년 이된다. 이것을 TOE(Ton of Oil Equivalent)로 바꾸어 주면 휘발유는 68,419천 배럴/년  $\times 159.8 \ell / \text{배럴} \times 0.8 \text{ TOE} / \text{천} \ell = 8.75 \text{백만 TOE/년}$ 이며, 같은 방식으로 경유는 126,616천 배럴/년  $\times 158.9 \ell / \text{배럴} \times 0.905 \text{ TOE} / \text{천} \ell = 18.2 \text{백만 TOE/년}$  이 된다.

$$\begin{aligned}
&\cdot \text{휘발유} : (57,247 + 56,784) \div 2 = 57,015.5 \div 10 \text{개월} = 5701.55 \times 2 \text{개월} = \\
&\quad 11,403.1 + 57,015.5 = 68,419 \text{천배럴/년} \\
&\quad \Rightarrow 68,419 \text{천 배럴/년} \times 159.8 \ell / \text{배럴} \times 0.8 \text{ TOE/천}\ell = 8.75 \text{백만 TOE/년} \\
&\cdot \text{경유} : (105,283 + 105,743) \div 2 = 105,513 \div 10 \text{개월} = 10,551.3 \times 2 \text{개월} = \\
&\quad 21,102.6 + 105,513 = 126,615.6 \text{천배럴/년} \\
&\quad \Rightarrow 126,616 \text{천 배럴/년} \times 158.9 \ell / \text{배럴} \times 0.905 \text{ TOE/천}\ell = 18.2 \text{백만 TOE/년}
\end{aligned}$$

이에 따라 2020년 까지 3%, 2030년까지 5%(엔진 미개조시 최대 혼합 비율임)로 바이오디젤 보급량을 가정하였다.

따라서, 휘발유의 목표치는 8.75백만 TOE/년의 3%는 2.63백만 TOE/년이며, 5%는 4.38백만 TOE/년이며, 경유의 목표치는 18.1 백만 TOE/년의 3%는 5.43백만 TOE/년이며, 5%는 9.05백만 TOE/년이다.

[표41] 국내 휘발유·경유 소비 전망

구 분	바이오 연료(가솔린)			바이오연료(디젤)		
	천TOE	1차대비%	Bio E 대비	천TOE	1차대비%	Bio E 대비
2006	0	0	0	53	0.023	19.34
2012	0	0	0	362	0.138	11.49
2020	263	0.091	4.34	543	0.189	8.98
2030	438	0.146	4.28	905	0.301	8.86

\* 출처 : 국내 휘발유·경유 소비량, 연합뉴스, 2011. 12. 7

### 3.4.3 바이오가스 부문 현황 및 전망

바이오가스 2006년 이용량은 77천TOE, 이론적 최대 에너지량 1095 천TOE/년이며, 매립지 가스 2006년 이용량은 54천TOE, 이론적 최대 에너지 량은 371천TOE/년 이므로(출처 : 2006년 신재생 에너지통계, 에너지관리 공단 신재생에너지 센터), 2012년, 2020년, 2030년 목표량은 정부 정책 목표량을 기준으로 산정하였다.

2030년까지 BtL, 바이오수소, 바이오부탄올의 보급 목표량은 설정된 것이 없다. 왜냐하면, 2030년까지 앞으로 2012년 기준 18년이 남았는데 현실적으로 실용화가 될 수 없기 때문이다. 따라서 0%로 가정하였다.

[표42]바이오가스(매립지가스 포함) 및 기타 전망

구분	바이오가스(매립지가스 포함)			기타(BtL, 바이오수소, 바이오 부탄올 등)		
	천TOE	1차대비%	Bio E 대비	천TOE	1차대비%	Bio E 대비
2006	131	0.056	47.81	0	0	0
2012	250	0.095	7.93	0	0	0
2020	600	0.208	9.92	0	0	0
2030	1,200	0.399	11.75	0	0	0



[그림 10] 바이오가스(매립지 가스포함) 보급 중장기 추진전략

\* 출처 : 신·재생에너지 RD&D 전략 2030, 산업자원부, 2007

#### 3.4.4 목질계 연료 보급 전망

산림청에서는 2020년까지 목재펠릿 500만 톤을 국내에 공급하는 것을 목표로 하고 있으며, 목표량 중 100만 톤을 국내에서 생산하고 400만 톤을 해외로부터 수입하는 것을 목표로 추진하고 있다. 현재 국내에서 산림작업에 의해 연간 640만 m<sup>3</sup>의 산림바이오매스가 생산되는 것으로 추정되며, 이중 47%인 300만m<sup>3</sup>은 제재목, 펄프, 보드용, 축산깔개, 버섯재배용 등으로 이용되고 53%인 340만 m<sup>3</sup>은 미이용 자원으로 이중 약 200만 m<sup>3</sup> 만이 목재펠릿 생산에 적합할 것으로 예상되고 있다. 숲가꾸기 산물 수집량의 증대, 수종갱신 등을 통해 2012년 80만 m<sup>3</sup>의 목재펠릿 원료 공급이 가능할 것으로 분석되지만, 국내 목재펠릿의 수요는 75만 톤으로 예상되어 안정적인 원료 공급에 문제가 없을 것으로 전망된다. 또한 최근까지 국내에서 판매된 목재펠릿 중에 국내 생산 목재펠릿은 약 40% 수준이었으며, 향후 목재 펄릿의 생산량과 수입량은 지속적으로 증가할 것으로 예상된다. 이에 따라 정부목재펠릿 생산목표량의 값은 2020년 기준(목재펠릿 500만톤 국내 공급 목표 참고) 2,250 천TOE이므로, 목질계연료 보급 목표량 대비 48.5% 수준이므로 2012년, 2030년, 2050년 값을 산정하였다.



[표43] 목재펠릿 에너지 활용대책

구분	목질계 연료 보급 목표량			목질계 연료 공급 계획
	천TOE	1차대비%	Bio E 대비	정부목재펠릿 생산목표량(천TOE)
2006	90	0.039	32.85	-
2012	2,539	0.967	80.57	337.5(75만톤)
2020	4,640	1.612	76.75	2,250(500만톤)
2030	7,671	2.554	75.11	3719.7

\* 출처 : 목재펠릿의 에너지 활용대책, 목재펠릿 수급전망, 산림청, 2009. 12. 31

[표44] 목질계 연료 사용전망

구분	목질계 연료 사용 전망(천TOE)					
	계	가정용난방	시설원예용	발전용 (석탄혼소)	산업용 (목재전용 발전소)	목표대비 증감
2006	-	-	-	-	-	-
2012	49.95	19.80	28.35	0.00	1.80	250.05
2020	762.03	60.12	170.19	273.60	258.12	-62.03
2030	1652.13	110.52	347.49	615.60	578.52	1847.87

### 3.4.5 목질계 연료 사용 전망

정부 차원의 목재 펠릿 이용 보급 확대 정책이 추진됨에 따라 목재펠릿의 국내 수요는 향후 지속적으로 증가할 것으로 예상되며, 산림청에서는 2012년에 농·산촌 주택을 대상으로 하는 가정용 보일러 2,800대, 경로당, 마을회관, 지자체가 운영하는 사회복지시설 등 주민 편의시설 및 사회복지시설용으로 200대, 지역 단위 집중난방시설 3대 등 지속적인 목재펠릿 보일러 보급사업을 추진하고 있다.

국내 목질계 바이오매스 가용 자원량(바이오 순환림 미포함)을 살펴보면 11백만 $m^3$ /년(4.07백만TOE/년)이며 (환산계수 : 건조목재 1ton  $\Rightarrow$  0.37TOE) 국내 목질계바이오매스 수요량은 산업용(보드, 펄프류) 3.8백만 $m^3$ /년, 농림업용(목탄, 임산연료) 1.9백만 $m^3$ /년, 미활용중인 폐목재 4.359백만 $m^3$ /년, 숲가꾸기 부산물 2.666백만 $m^3$ /년, 병해충 피해목을 에너지화 0.57백만 $m^3$ /년이며, 목질계바이오매스 수요량 총 값은 2810천만 TOE/년이다. 국내 펠릿 생산량은 2011년 기준으로 34천톤(15.3TOE)이다. 2011년 세계 목재펠릿 생산량은 15백만톤, 제 1국인 독일은 1900천톤(855천TOE/년)을 생산한것에 비하면 매우 낮은 수준이다.

2010년 목재 펠릿 수요량은 가정용 25천톤/년(11.3천TOE/년), 시설원예용 8천톤 / 년(3.6천TOE/년)이며, 발전용은 한국동서발전의 석탄 발전소에서 5%혼소 사용시 8000천톤 / 년(360천TOE/년)이 사용되었다.

현재 목질계 연료사용 전망은 산림청에서 제시한 목재펠릿의 에너지 활용대책(개정)의 목재펠릿 수요전망(2011~2017)의 수요량만 중기계획으로 존재하고 그 이후의 장기적인 전망 값은 산정을 하지 않아 현재

제시된 2011~2017년까지의 평균 증가율 값을 계산하여 2020년, 2030년, 2050년을 값을 유추하였으며, 계산 결과는 아래의 표와 같다.

[표45] 목재펠릿 수요전망(2012 ~ 2017)

구 분	목질계 연료 사용 전망(천톤)				
	계	가정용난방	시설원예용	발전용 (석탄혼소)	산업용 (목재전용 발전소)
2012	111	44	63	0	4
2013	250	52	94	64	40
2014	500	60	130	210	100
2015	700	70	180	300	150
2016	960	80	220	360	300
2017	1100	100	260	380	360

\* 출처 : 목재펠릿의 에너지 활용대책(개정), 산림청 목재생산과, 2011. 12

[표46] 목질계연료 사용 전망 평균 증가율 계산

구 분	목질계 연료 사용 전망(천톤)				
	계	가정용난방	시설원예용	발전용 (석탄혼소)	산업용 (목재전용 발전소)
'12년과 '13년의 차	15	8	31	64	36
'13년과 '14년의 차	25	8	36	146	60
'14년과 '15년의 차	20	10	50	90	50
'15년과 '16년의 차	20	10	40	60	150
'16년과 '17년의 차	20	20	40	20	60
<b>평균 증가율</b>	<b>20</b>	<b>11.2</b>	<b>39.4</b>	<b>76</b>	<b>71.2</b>

[표47] 목질계연료 사용 전망 평균 증가율 적용 2020,30년 사용전망 계산량

구 분	목질계 연료 사용 전망(천톤)				
	계	가정용난방	시설원예용	발전용 (석탄혼소)	산업용 (목재전용발전소)
2018년	1,297.8	111.2	299.4	456	431.2
2019년	1,495.6	122.4	338.8	532	502.4
2020년	1,693.4	133.6	378.2	608	573.6
2021년	1,891.2	144.8	417.6	684	644.8
2022년	2,089	156	457	760	716
2023년	2,286.8	167.2	496.4	836	787.2
2024년	2,484.6	178.4	535.8	912	858.4
2025년	2,682.4	189.6	575.2	988	929.6
2026년	2,880.2	200.8	614.6	1064	1000.8
2027년	3,042	212	654	1104	1072
2028년	3,275.8	223.2	693.4	1216	1143.2
2029년	3,473.6	234.4	732.8	1292	1214.4
2030년	3,671.4	245.6	772.2	1368	1285.6

[표48] 목재펠릿 환산계수(0.45TOE)적용 목질계연료 사용 전망 값

구 분	목질계 연료 사용 전망(천TOE)				
	계	가정용난방	시설원예용	발전용 (석탄혼소)	산업용 (목재전용 발전소)
2012년	49.95	19.8	28.35	0	1.8
	-	(44*0.45)	(63*0.45)	(0*0.45)	(4*0.45)
2020년	762.03	60.12	170.19	273.6	258.12
	-	(133.6*0.45)	(378.2*0.45)	(608*0.45)	(573.6*0.45)
2030년	1,652.13	110.52	347.49	615.6	578.52
	-	(245.6*0.45)	(772.2*0.45)	(1368*0.45)	(1285.6*0.45)

정리해보면, 목질계 연료보급 목표량의 최대 목표량(2030년기준)은 7,671 천TOE/년 이며, 정부목재 펠릿 생산목표량의 최대생산 목표량(2030년 기준)은 3719.7 천TOE/년이고, 목질계연료 사용전망의 최대사용 값은 1652.1 천TOE/년이다[표52]. 따라서 목질계 연료보급 목표량을 만족하려면 현재 사용하고 있는 가정용 난방, 시설원예용, 발전용(석탄 혼소), 산업용(목재전용 발전소)을 제외한 정부의 목질계 연료 보급목표량의 소요를 충당시켜 줄 추가소비체가 있어야 한다는 결론이 나온다.

### 3.5. 목질계 고품연료 보급화 시 군의 역할

아래 표는 목질계 연료 보급목표량 / 생산목표량 / 사용전망 비교한 데이터와 군부대(육군, 해군, 공군 각 군의 군수지원 사령부에서 성과분석 자료)의

2011년 난방용 유류 소모현황을 분석한 자료이다.

[표49] 목질계 연료 보급목표량 / 생산목표량 / 사용전망 비교

(단위 : 천TOE/년)

구 분	목질계 연료보급목표량	정부목재펠릿 생산목표량	목질계연료 사용전망
2012	2,539.0	337.5	49.9
2020	4,640.0	2,250.0	762.0
2030	7,671.0	3,719.7	1,652.1

[표50] 군부대 난방용 유류 소모현황

구 분	물량(드럼)/년	천TOE/년	비 고
계	891,228	<b>15.0</b>	등유환산계수 : 0.835
육군	684,930	12.5	
해군	75,890	1.3	
공군	130,408	2.2	

\* 출처 : 각 군 군수지원 사령부 성과분석 자료, 2011

위 표와 같이 2011년 군부대 전체에서 사용한 난방용 유류 소모현황을 드럼단위에서 TOE단위로 전환하면 15천TOE/년 이란 값이 나온다.

$$1\text{드럼에 } 20 \text{ } \ell \text{ 이므로, } 891,228 \times 20 \ell \times 0.835(\text{등유환산계수}) / 1000 \\ = 14883.5\text{TOE/년} \Rightarrow 15\text{천TOE/년}$$

따라서, 2030년을 기준으로 목질계 연료보급목표량은 7,671 천TOE/년이고,

정부목재펠릿 생산 목표량은 3719.7 천TOE/년. 목질계연료 사용전망은 1,652.1천TOE/년이므로 정부목재펠릿 생산목표량과 목질계연료 사용 전망의 차를 계산하면  $3,719.7 - 1,652.1 = 2067.6$ 천TOE/년의 값을 어떤 소비계층에서 담당해주어야 한다는 결론이 나온다.

우리 군은 2010년부터 도입한 군 부대 펠릿보일러 운용 시범사업을 통해 꾸준히 그 목표량을 늘려나가 가정난방용, 시설원예용, 발전용(석탄혼소), 산업용(목재전용 발전소)이 충당 못하는 부분에 조금이나마 보탬이 되고 있다. 하지만 2011년 사용한 군 부대의 난방용 유류를 펠릿보일러로 모두 바꾸어도 현재로서는 대안이 없는 실정이다. 따라서 정부는 군부대 난방/온수용 보일러뿐만 아니라, 다른 소비계층을 적극 발굴해 나가야지만 국가 에너지 관련 지표에 도달할 수 있을 뿐만 아니라 나아가서 탄소배출권 고려 시 [표54~56] 목재펠릿의 경제적인 효과까지 기대할 수 있을 것이다.

목재펠릿 등의 바이오매스 연료는 연소시 CO<sub>2</sub>가 발생하나 나무가 자라는 과정에서 CO<sub>2</sub>를 흡수하므로 CO<sub>2</sub> 배출은 없는 것으로 인정(IPCC기준)하고 있으며 또한, 국제 기후 협약(UNFCCC)에 가입후 탄소배출권(CER : Certificate Emission Reduction : 의무 감축대상국이 비의무 대상국에 감축시설을 할 경우 해당량 만큼 탄소배출권을 획득하는 제도로 조림사업도 포함됨)의 매매가 가능해짐으로써 우리 군도 할 수 있는 일정부분을 감당해 준다면, 이러한 세계적 흐름에 발맞춰 국가 경제발전에도 크게 기여할 수 있을 것으로 사료된다. 우리나라는 2005년 탄소배출권 판매 시장 개설 이후 2007년에 천억달러를 상회했으며 2010년은 톤당 13달러 수준에서 2020년 톤당 40~50달러로 급등할 것으로 전망된다. 이에 따른 한국의 CO<sub>2</sub> 감축 목표는 2005년 594억 톤 대비 2020년까지 4%를 감축하는 것을

목표로 하고 있다.

[표51] 화석연료별 CO<sub>2</sub> 저감량

화석연료 대체 : 목재펠릿 1톤=경유497ℓ=보일러 등유503ℓ 유연탄726kg

연료별	경유	보일러 등유	유연탄
CO <sub>2</sub> 발생량	0.00259톤/ℓ	0.00249톤/ℓ	0.00231톤/ℓ

- \* 경유 : 0.845(석유환산계수)×0.837(탄소배출계수)×44/12(이산화탄소 전환식)
- \* 보일러 등유 : 0.835(석유환산계수)×0.812(탄소배출계수)×44/12(이산화탄소 전환식)
- \* 유연탄 : 0.595(석유환산계수)×1.059(탄소배출계수)×44/12(이산화탄소 전환식)

[표52] 목재펠릿 1톤의 CO<sub>2</sub> 저감량

연료별	경유 대체시	보일러 등유 대체시	유연탄 대체시
CO <sub>2</sub> 저감량	1.29톤	1.25톤	1.68톤

- \* CO<sub>2</sub> 저감량 : 화석연료 대체량 × CO<sub>2</sub> 발생량

[표53] CO<sub>2</sub> 저감량을 탄소배출권으로 계산

연료별	경유 대체시	보일러 등유 대체시	유연탄 대체시
탄소배출권	29원/kg	28원/kg	38원/kg

- \* 탄소배출권 = CO<sub>2</sub> 저감량×EU배출권 거래가격(15유로/CO<sub>2</sub>톤)×환율(1,514원/유로)
- 탄소배출권을 고려한 연료가격 비교하면 목재펠릿의 연료배는 경유의 48%, 보일러 등유의 70%, 유연탄의 2.5배이다.

마지막으로, 2030년 기준 목질계연료보급 목표량은 7.671천TOE/년인데 정부목재펠릿 생산목표량이 3.719.7천TOE/년이어서 수요 대비 공급의 목표가 맞지 않는 결론 또한 도출해 낼 수 있다. 그 이유는 목질계연료 보급은 폐기물, 순환림 등의 보급은 한정적이기 때문에 목재펠릿으로



그 목표를 달성할 수 밖에 대안이 없기 때문이다. 따라서 목질계연료보급 목표량 선정은 다시한번 검토해보아야 할 과제이다.

펠릿보일러 관련 제도 역시 개선되어야 할 부분이다. 산업용 목재펠릿 보일러 보급에 따라 발생하는 법적 제한을 개선해야 한다. 국토의 이용 및 개발에 관한 법률에 따라 일부 용도지역에서 설치가 제한되는 점, 대기환경보전법 상 배출기준, 국립환경과학원에서 고시한 배출계수에 따른 제한, 대기환경보전법 시행규칙 별표 8에 따른 오염물질 배출이 제한된다는 점이 대표적인 것들이다.

[표54] 용도지역별 건축 제한 (사업장 분류기준 : 대기환경보전법시행령 제13조 관련)

종 별	오염물질발생량 구분
1종사업장	대기오염물질발생량의 합계가 연간 80톤 이상인 사업장
2종사업장	대기오염물질발생량의 합계가 연간 20톤 이상 80톤 미만인 사업장
3종사업장	대기오염물질발생량의 합계가 연간 10톤 이상 20톤 미만인 사업장
4종사업장	대기오염물질발생량의 합계가 연간 2톤 이상 10톤 미만인 사업장
5종사업장	대기오염물질발생량의 합계가 연간 2톤 미만인 사업장

\* 비고: "대기오염물질발생량"이란 방지시설을 통과하기 전의 먼지, 황산화물 및 질소산화물의 발생량을 환경부령으로 정하는 방법에 따라 산정한 양을 말한다.

[표55] 대기오염물질 배출계수(환경과학원 고시)

구 분	먼지	황산화물	질소산화물	단위
목재	31.776	-	5.2440	kg/ton
기타 고체연료	5.0A	19.5S	5.83	kg/ton

[표56] 오염물질 배출 기준(대기환경보전법시행규칙 별표8)

오염물질	단위	종 류	범위	비고
NO <sub>2</sub>	ppm	(펠릿) 고체연료, 고형연료 사용시설	70	2톤이상
		일반보일러 중 그 밖의 배출시설	250	10톤미만
		그 밖의 배출시설	200	
먼지	mg/ Sm <sup>3</sup>	(펠릿) 고형연료 사용시설	20	2톤이상
		일반보일러 중 고체연료 사용시설	70	5톤미만
		그 밖의 배출시설	100	

### 3.5.1 펠릿보일러 경제성

펠릿보일러란 일반적으로 사용되는 보일러는 전기 및 액체(경유 등)를 사용하지만 펠릿보일러는 목재로 만든 목질펠릿을 연소시켜 열에너지원을 얻는 장치이다. 고체연료이기 때문에 목질펠릿을 열에너지화 하려면 연소장치가 필요하다. 즉, 기존보일러와 달리 화격자가 있고 화격자 위에 목질펠릿을 소량씩 넣어 적절한 공기비로(공기투입) 연소시키는 원리로 기존의 보일러 역할을 하는 것이다. 기존 보일러와 다른 점은 연소기기 및 공기 공급장치, 그리고 목질펠릿 저장 및 공급 장치가 있어야 한다는 점이다.

펠릿보일러의 장점은 에너지 절감효과(경제성)가 있다. 펠릿 1kg의 단가는 330원이고 같은 발열량을 내는 경유는 0.5ℓ로 가격은 799여원 대이기 때문에 그 경제성 면에서 확연히 차이를 보인다.

[표57] 난방연료 단가 비교표(부록 26)

구 분	목재펠릿	경유	면세 경유	보일러 등유	B-C유	유연탄	연탄	도시가스	심야전기
가 격	330원/kg	1,597원/ℓ	950원/ℓ	1,250원/ℓ	892원/ℓ	128원/kg	112원/kg	719원/Nm³	60원/kWh
발 열 량	4.5Mcal/kg	9Mcal/ℓ	9Mcal/ℓ	9Mcal/ℓ	9.9Mcal/ℓ	6.2Mcal/kg	4.6Mcal/kg	10.5Mcal/Nm³	0.86Mcal/kWh
동일발열량 (Mcal)당 가격	73원	177원	106원	139원	90	21원	24원	68원	70원
상대가격	100	203	122	190	103	24	28	78	80

현재 펠릿보일러가 설치 되어있는 15사단 공병대대와 동급인 공병대대 보일러를 대상으로 경제성을 분석해보면 아래 표와 같다.

[표58] 난방용 보일러(300,000kcal)

구 분	내 용		
보일러 사양 (난방)	사용연료	목재 펠릿	보일러 등유(면세유)
	용량(kw, kcal/h)	350kw (300,000kcal/h)	
	난방면적(m2, 평)	최대 2,475m2 (약749평)	
	연료발열량(kcal/kg, 리터)	4,000	8,900
운전비	1일 운전시간 (순수 연료투입 기준)	10시간	
	1시간당 연료투입량	82kg	43리터
	효율(%)	85%	85%
	효율대비 1시간당 연료소비량	96kg	51리터
	연료 단가(원/kg, 리터)	330	1,250
	1시간당 연료비용(원)	31,680	63,750
	1일 연료비용(원)	316,800	637,500
	1달 30일 연료비용(원)	9,504,000	19,125,000
	1년 연료비용(12개월)	114,048,000	229,500,000
경제성- 운전비	1년간 운전비 차액(원)	기준	115,452,000

[표59] 온수용 보일러(100,000kcal)

구 분	내 용		
보일러 사양 (온수)	사용연료	목재 펠릿	보일러등유 (면세유)
	용량(kw, kcal/h)	100kw (100,000kcal/h)	
	연료발열량(kcal/kg, 리터)	4,000	8,900
운전비	1일 운전시간 (순수 연료투입 기준)	10시간	
	1시간당 연료투입량	27kg	14리터
	효율(%)	85%	85%
	효율대비 1시간당 연료소비량	32kg	16리터
	연료 단가(원/kg, 리터)	330	1,250
	1시간당 연료비용(원)	10,482	20,588
	1일 연료비용(원)	104,824	205,882
	1달 30일 연료비용(원)	3,144,706	6,176,471
	1년 연료비용(12개월)	37,736,471	74,117,647
경제성- 운전비	1년간 운전비 차액(원)	기준	36,381,176

하지만, 펠릿보일러는 저장조의 용량에 따라 일정기간 후 연료를 저장조에 보충해주어야 한다는 단점과, 슬러지를 처리해야 하는 문제, 가정용의 경우 연료 점화시간이 다소 오래 걸리며(2~3분) 보일러 가격이 고가이고, 상온에 보관시 함수율이 다소 높아질 우려가 있으며 소각 잔유물이 1~2% 남는 단점도 있다. 일반적으로 펠릿이 타고난 후 남는 재는 재통으로 떨어져 정기적으로 비워 줘야하고 버너부분 점화코일 주변도 청소를 해주어야 한다. 이런 일반적인 청소 외에 점화나 소화 시 발생하는 연기, 그을음 등의 미세먼지가 첫 번째로 화실 내부에서 불꽃감지기(CDS)에 영향을 미치어 연료공급 문제가 발생하고, 두 번째로 열교환 파이프에 먼지가 쌓여 산소공급이 원활하지 못해 불완전연소가 되며, 마지막으로 재점화 시 점화가 잘 안될 수 있다는 문제점이 있다.

하지만, 고유가와 기후변화협약에 따른 화석연료 이용제한으로 국내 에너지 가격은 상승이 예상되므로 소규모 산발적으로 생산되는 임산부산물들의 효과적인 에너지화 기술들의 발굴이 절실하다. 또한 에너지 자원의 수집 비용 과다로 인해 미이용되고 있는 산림바이오매스의 이용 확대와 다양한 산물을 이용한 목재펠릿 생산 및 이용기술 개발이 요구된다. 목재펠릿은 수종에 관계없이 생산이 가능하나 품질은 수종, 부위, 수피의 함량, 함수율, 제조 방식 등 다양한 조건에 영향을 받기 때문에 고품질의 목재펠릿 생산을 위한 제조 조건의 구명이 필요하다. 2007년 세계 목재 펠릿 생산량은 약1,000만 t이었으며, 이 중 61%는 유럽에서 소비되고, 북미지역에서도 약 32%가 생산된 것으로 파악되고 있다. EU(유럽연합)를 중심으로 유럽은 펠릿, 칩 관련 기술 수준이 전반적으로 높은 수준이며, 특히 독일은 펠릿 제조시스템과 펠릿 전용 보일

러 분야에서 우수한 기술을 보유하여 전 유럽에서 가정용 보일러 시장을 장악하고 있다. 또한 이탈리아는 유럽에서 목질펠릿연료 시장이 가장 빠르게 성장하고 있는 국가로 소형 목질펠릿연료 전용 오븐에 대한 기술과 노하우는 매우 높은 수준이다.

한편 목재펠릿 시장에 안정적으로 원료를 공급하기 위해서는 국내의 다양한 미이용 산림바이오매스 탐색, 원료의 과학적 가치평가 연구 및 이를 이용한 고품질의 목재펠릿 제조, 효율적 연소 기술 확보를 위한 체계적 연구가 필요하며, 원료 형태 및 조건에 따라 첨가제를 혼합한 목재펠릿 품질 개선은 앞으로 해결해 나갈 문제이다.

## 제4장 결론

정부 차원의 목재펠릿 이용 보급 확대 정책이 추진됨에 따라 목재펠릿의 국내 수요는 향후 지속적으로 증가할 것으로 예상되며, 산림청에서는 2012년에 농·산촌 주택을 대상으로 하는 가정용 보일러 2,800대, 경로당, 마을회관, 지자체가 운영하는 사회복지시설 등 주민편의시설 및 사회복지시설용으로 200대, 지역 단위 집중난방시설 3대 등 지속적인 목재펠릿 보일러 보급 사업을 추진하고 있다. 최근 국내 목재펠릿 제조설비의 수는 정부 및 민간 투자로 급격히 증가하는 추세이므로 조만간 펠릿 원료에 대한 경합이 예상되며, 바이오매스 공급 문제를 해결하기 위한 정책적인 과제 해결이 시급한 실정이다.

2011년 국내 목재펠릿 생산설비는 20곳으로 20만톤의 생산 규모로 증가하였다. 2012년부터는 신·재생에너지 공급의무화제도(RPS, Renewable Portfolio Standard) 등과 맞물려 국내 산림바이오매스 원료 경합은 악화될 것으로 예상되며, 목재펠릿을 고품질 연료로서의 이미지 구축과 함께 품질의 신뢰 구축이 시급한 실정이다.

산림청에서는 2020년까지 목재펠릿 500만톤을 국내에 공급하는 것을 목표로 하고 있으며, 목표량 중 100만톤을 국내에서 생산하고 400만톤을 해외로부터 수입하는 것을 목표로 추진하고 있다. 현재 국내에서 산림작업에 의해 연간 640만 m<sup>3</sup>의 산림바이오매스가 생산되는 것으로 추정되며, 이 중 47%인 300만 m<sup>3</sup>은 제재목, 펄프, 보드용, 축산갈래, 버섯재배용 등으로 이용되고 53%인 340만 m<sup>3</sup>은 미이용 자원으로 이 중 약 200만 m<sup>3</sup>만이 목재펠릿 생산에 적합할 것으로 예상되고 있다. 숲가꾸기 산물 수집량의 증대,



수중갱신 등을 통해 2012년 80만 m<sup>3</sup>의 목재펠릿 원료 공급이 가능할 것으로 분석되지만, 국내 목재펠릿의 수요는 75만톤으로 예상되어 안정적인 원료 공급에 문제가 발생할 것으로 전망된다. 또한 최근까지 국내에서 판매된 목재펠릿 중에 국내 생산 목재펠릿은 약 40% 수준이었으며, 향후 목재펠릿의 생산량과 수입량은 지속적으로 증가할 것으로 예상된다.

이러한 흐름에 따라 우리 군에서도 2030년을 기준으로 정부목재펠릿 생산목표량과 목질계연료 사용전망의 차(2067.6천TOE/년)를 중간 소비계층의 일환으로써 가정난방용, 시설원예용, 발전용(석탄혼소), 산업용(목재전용 발전소)이 충당 못하는 부분에 조금이나마 일조한다면, 국가지표달성 뿐만 아니라, 예산절감 부분에서도 적지 않은 효과를 달성할 수 있을 것이다. 2011년 기준 17,824,560 ℓ (891,228드럼 × 20 ℓ /드럼)의 난방용 유류를 소모하고 있는데 이를 1년분 난방비로 환산해 보면 보일러 등유(면세유)가 1,250원/ℓ 이므로 약 222억 8천만원(물가상승률 3% 고려, 2030년까지  $1.03^{18} = 170\%$ 로 계산해보면 약 378.8억원)을 사용한다고 하였을 때, 목재펠릿으로 에너지를 교체한다면, 우선 목재펠릿과 보일러 등유의 발열량을 동일한 효율을 발생하도록 기준을 맞춰 계산하여야 한다. 즉, 목재 펠릿 발열량은 4,000kcal/kg, 보일러 등유의 발열량은 8,900kcal/ℓ 이므로 목재펠릿은 보일러 등유의 약 0.45% 정도의 차이가 난다. 따라서 이를 기준으로 단가를 맞춰주면 보일러 등유(면세유) 단가가 1,250원/ℓ 이고 목재 펠릿은 330원/kg 이므로, 목재펠릿의 단가는 627원이 되므로, 17,824,560 ℓ × 627원은 111억 7천6백만원(물가상승률 고려시 약 190억원) 정도이다. 따라서 그 차액은 약 111억원(물가상승률 고려시 약 188억원) 정도 이므로 군 난방비를 그만큼 절감할 수 있다는

이야기가 된다.[표58 참고]

그러나, 이것은 군 난방보일러를 전부 펠릿보일러로 전환하였을 때의 시나리오이다. 우리 군이 목재펠릿 보일러를 저탄소 녹색성장의 일환으로 중·장기적인 군사시설종합발전 계획에 의해 점차적으로 추진해 나가야만 할 과제인 것이다.

하지만 본문에서 설명한 바와 같이 2011년 사용한 군 부대의 난방용(등유)보일러를 펠릿보일러로 모두 바꾸어도 목질계 연료보급 목표량과 정부목재펠릿 생산 목표량을 도달하기에는 현재로서는 대안이 없는 실정이다. 따라서 정부는 군부대 난방/온수용 보일러뿐만 아니라, 다른 소비계층을 적극 발굴해 나가야지만 국가 에너지 관련 지표에 도달할 수 있을 뿐만 아니라 나아가서 탄소배출권 고려 시 목재펠릿의 경제적인 효과까지 기대할 수 있을 것이다.

따라서, 정부는 국방부가 환경부, 국토부 등 관계부처와 협의를 통하여 목재펠릿 보일러 적극적 사용권장과 노후 보일러교체시 펠릿보일러화할 수 있도록 정부차원에서 관련 대안방안 모색 및 법규정상 문제점등 해소방안을 마련해야 할 것이다. 특히, 국토의 이용 및 개발에 관한 법률에 따른 대기오염물질 배출 시설의 종류 규제는 오염물질 저감시설을 부착한 경우에도 설치가 불가능 하다는 문제점이 있다. 이는 대기오염물질 배출업체 종류 구분은 저감장치를 통과 후의 배출량 기준이 아닌 저감시설 통과 전 발생량을 기준으로 하기 때문이다. 또한, 목재펠릿에 특히 문제가 되는 NOx, 먼지 발생량을 줄이기 위한 저감기술 개발을 통해 문제점을 원천 차단해야 할 것이다. 신재생에너지 사용에 따른 오염물질 총량이 저하되는 만큼 한시적으로 규제완화 또는 신재생에너지 특례 적용

등을 협의하는 것도 하나의 방법이 될 수 있을 것이다.

앞으로 국방부가 저탄소 녹색성장에 기여하기 위해서는 많은 제약과 해결해 나가야 할 과제가 많을 것으로 판단되지만, 지금 국가목표관리에서 환경지표에 기여하기 위해 목재펠릿 만큼 저탄소 녹색성장에 기여하면서도 예산 절감이라는 두 마리 토끼를 잡을 수 있는 다른 대안이 없는 것이 실정이므로 목질계 고형 연료 보급화에서의 군의 역할이 ‘녹색성장 국가 전략 및 5개년 계획’, ‘국가 온실가스 감축목표’ 등에 있어서 목재펠릿 활용이라는 아이টে을 통해 국방부도 국제적인 녹색 성장에 앞장서고 정부의 각종 계획과 정책추진에 큰 역할을 하게 되길 바라는 바이다.

## 참고문헌

군 환경과(2011), 녹색성장 실천

국립산림과학원 바이오에너지연구과(2012. 2), 첨가제 혼합에 따른 목재펠릿 품질특성 변화

산업자원부, 에너지관리공단(2007. 11), 신·재생에너지 RD&D 전략 2030[목질계 바이오에너지]

산림청(2012. 6), 나무가 선사하는 친환경 에너지 이야기

산림청(2009. 12), 목재펠릿의에너지 활용대책

산림청(2011. 12), 목재펠릿의에너지 활용대책(개정)

산업자원부(2007. 2), 목질계바이오매스의 에너지 활용방안

지식경제부(2008. 12), 제 3차 신·재생에너지 기술개발 및 이용·보급 기본계획

## 부 록

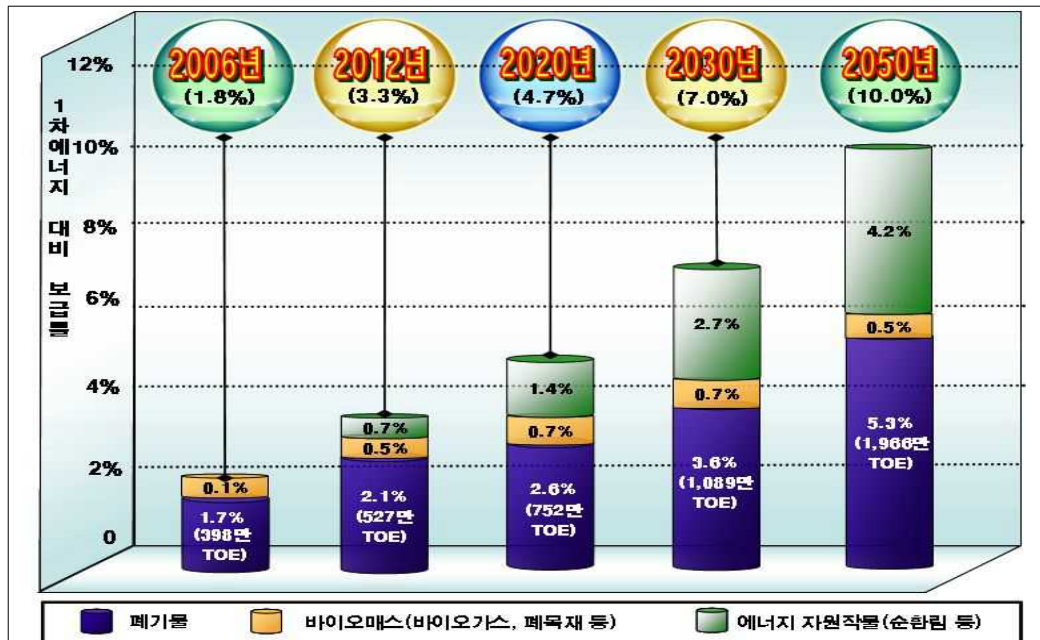
### 1. 1차 에너지 / 신재생에너지 보급률, 보급전망

(단위: 천TOE, %)

구 분	2008	2010	2015	2020	2030	연평균 증가율
태양열	33 (0.5)	40 (0.5)	63 (0.5)	342 (2.0)	1,882 (5.7)	20.2
태양광	59 (0.9)	138 (1.8)	313 (2.7)	552 (3.2)	1,364 (4.1)	15.3
풍 력	106 (1.7)	220 (2.9)	1,084 (9.2)	2,035 (11.6)	4,155 (12.6)	18.1
바이오	518 (8.1)	987 (13.0)	2,210 (18.8)	4,211 (24.0)	10,357 (31.4)	14.6
수 력	946 (14.9)	972 (12.8)	1,071 (9.1)	1,165 (6.6)	1,447 (4.4)	1.9
지 열	9 (0.1)	43 (0.6)	280 (2.4)	544 (3.1)	1,261 (3.8)	25.5
해 양	0 (0.0)	70 (0.9)	393 (3.3)	907 (5.2)	1,540 (4.7)	49.6
폐기물	4,688 (73.7)	5,097 (67.4)	6,316 (53.8)	7,764 (44.3)	11,021 (33.4)	4.0
합 계	6,360	7,566	11,731	17,520	33,027	7.8
1차에너지 (백만TOE)	247	253	270	287	300	0.9
비 중	2.58%	2.98%	4.33%	6.08%	11.0%	

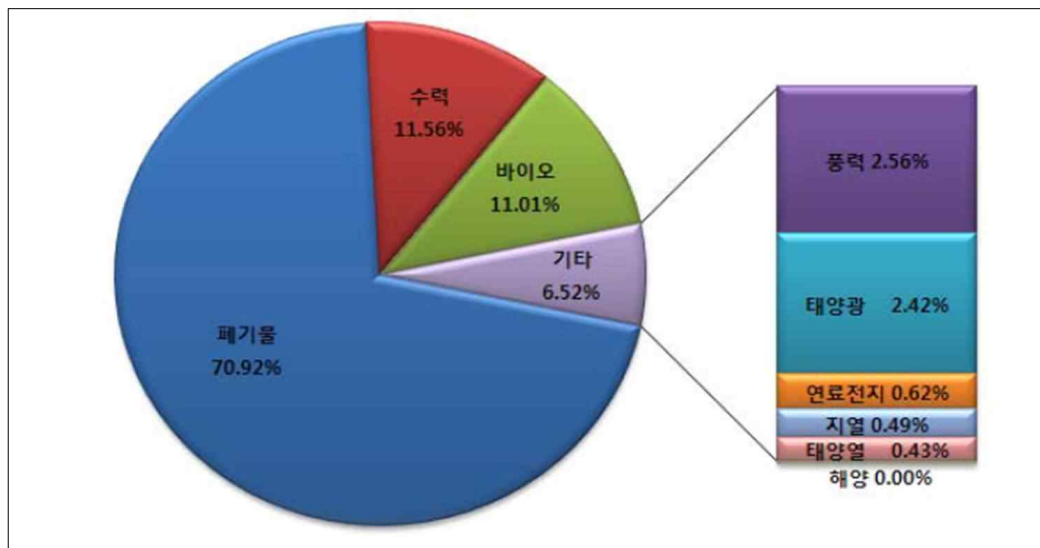
\* 제3차 신재생에너지 기술개발 및 이용보급 기본계획(2009~2030), 지식경제부, 2008.12

## 2. 바이오에너지 보급률 참고자료



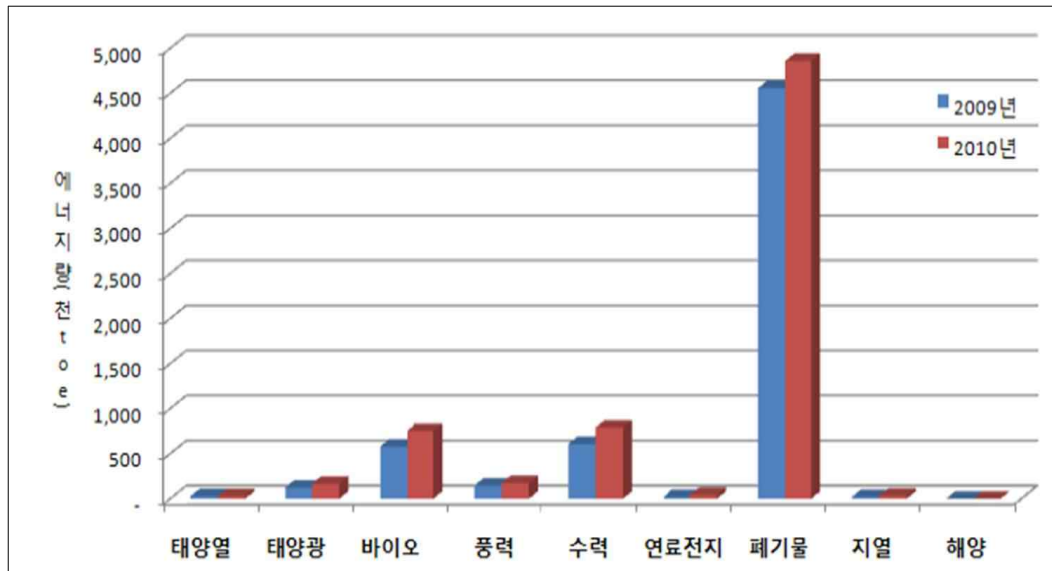
\* 폐자원 및 바이오매스 에너지 대책 2008. 10

## 3. 2010년 신재생에너지원별 공급비중



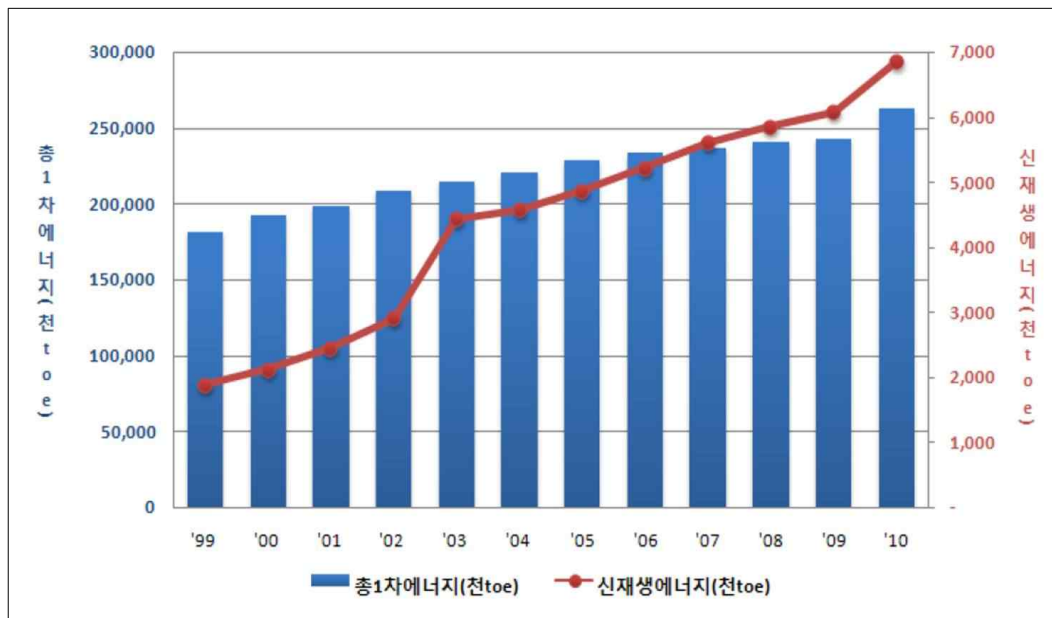
\* 에너지관리공단 신·재생에너지 센터 『2010 신·재생에너지 보급통계』

#### 4. 전년대비 에너지 변동량



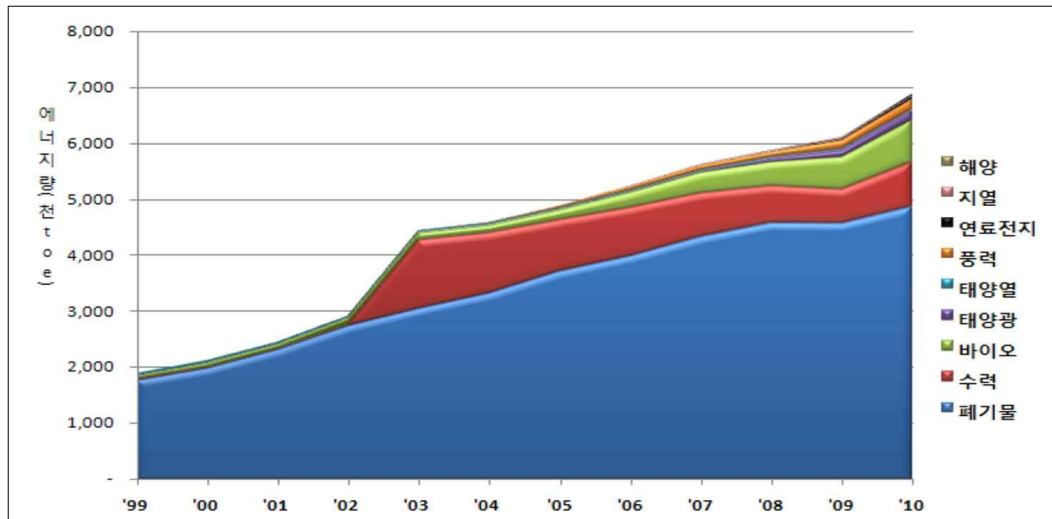
\* 에너지관리공단 신·재생에너지 센터 『2010 신·재생에너지 보급통계』

#### 5. 1차 에너지 대비 연도별 증가 추이



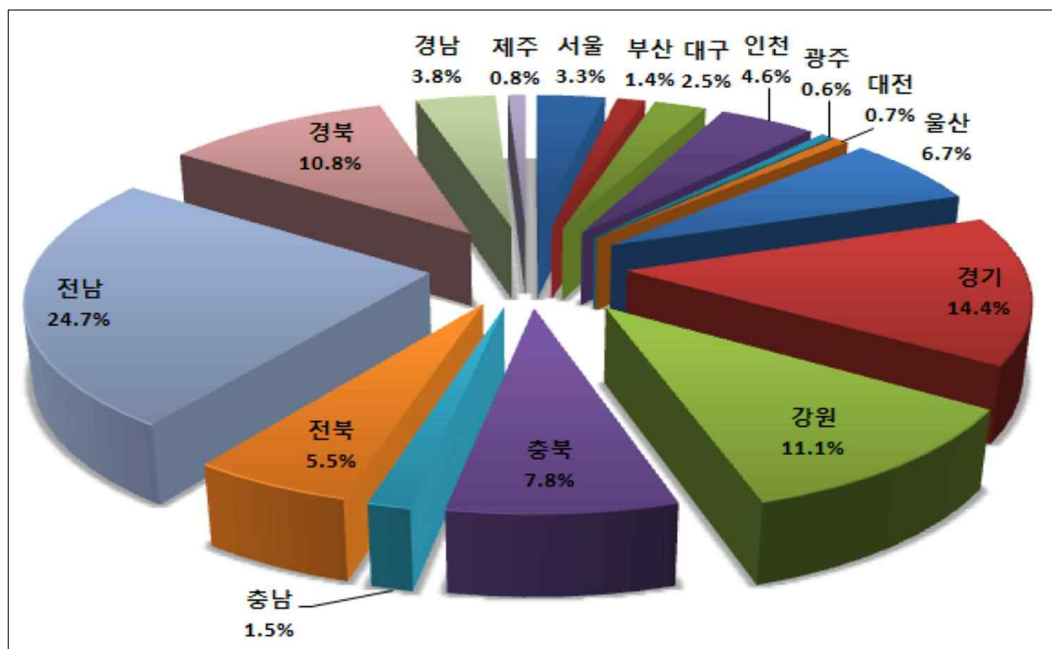
\* 에너지관리공단 신·재생에너지 센터 『2010 신·재생에너지 보급통계』

## 6. 연도별 공급량 추이



\* 에너지관리공단 신·재생에너지 센터 『2010 신·재생에너지 보급통계』

## 7. 2010년 지역별 공급현황



자료 : 에너지관리공단 신·재생에너지 센터 『2010 신·재생에너지 보급통계』



## 8. 연도별 에너지 생산량

	'99	'00	'01	'02	'03	'04
총1차에너지(천TOE)	181,365	192,888	198,410	208,636	215,067	220,238
신재생 에너지공급비중(%)	1.05	1.1	1,024	104	2.06	2.08
신재생에너지 합계(TOE)	1897,290	2,127,303	2,453,259	2,917,330	4,437,428	4,582,407
태양열	42,105	41,689	37,174	34,777	32,914	36,143
태양광	1,143	1,321	1,546	1,761	1,938	2,468
사업용	-	-	-	-	-	3
자가용	1,143	1,321	1,546	1,761	1,938	2,468
바이오	64,949	82,004	82,457	116,790	131,068	134,966
바이오가스(전기-사업용)	-	-	-	-	-	-
바이오가스(전기-자가용)	-	-	-	-	-	-
바이오가스(전기-사업용)	42,258	39,239	40,446	40,446	47,984	46,949
매립지가스(전기)	-	-	-	17,695	25,048	36,732
매립지가스(열)	-	-	-	10,208	13,020	11,858
바이오디젤	-	-	-	845	1,697	5,428
우드칩	-	-	-	-	-	-
성형탄	22,691	42,765	42,011	47,596	43,319	33,999
임산연료	-	-	-	-	-	-
목재펠릿	-	-	-	-	-	-
풍력	1,460	4,171	3,148	3,720	6,216	11,861
사업용	1,225	2,271	2,915	3,689	5,687	9,526
자가용	235	1,900	233	31	529	2,335
수력	27,123	20,456	20,933	27,645	1,225,587	1,082,335
사업용	27,123	20,456	20,933	27,617	1,225,559	1,082,335
자가용	-	-	-	28	28	6
연료전지	-	-	-	-	-	-
사업용	-	-	-	-	-	-
자가용	-	-	-	-	-	-
폐기물	1,760,510	1,977,662	2,308,001	2,732,515	3,039,312	3,313,273
폐가스	1,080,089	972,081	1,028,368	1,334,720	1,427,319	1,479,555
산업폐기물	386,539	347,885	367,792	449,390	546,921	606,336
폐목재	65,095	58,585	61,938	85,656	94,253	88,366
생활폐기물	37,845	34,060	36,010	10,482	15,484	32,832
대형도시쓰레기	-	-	264,556	395,801	416,629	437,447
시멘트킬른보조연료	47,721	397,232	371,827	197,855	275,895	399,672
RDF/RPF	-	-	-	-	-	-
정제연료유	143,221	167,819	177,510	258,611	259,811	269,065
지열	-	-	-	122	393	1,355
해양	-	-	-	-	-	-

주) '03년부터 수력에 대수력(10MW초과) 포함.

## 9. 연도별 에너지 생산량

	'05	'06	'07	'08	'09	'10
총1차에너지(천TOE)	228,622	233,372	236,454	240,758	243,311	262,609
신재생 에너지공급비중(%)	2,13	2,24	2,37	2,43	2,50	2,61
신재생에너지 합계(TOE)	4,879,211	5,225,192	5,608,776	5,858,481	6,086,249	6,856,284
태양열	34,729	33,018	29,375	28,036	30,669	29,257
태양광	3,600	7,756	15,325	61,128	121,731	166,152
사업용	149	1,417	5,530	46,507	101,049	137,032
자가용	3,451	6,339	9,795	14,620	20,682	29,120
바이오	181,275	274,482	370,159	426,760	580,419	754,623
바이오가스(전기-사업용)	-	-	-	723	1,465	2,123
바이오가스(전기-자가용)	-	-	-	-	-	1,619
바이오가스(전기-사업용)	43,782	77,390	81,537	44,663	19,400	76,601
매립지가스(전기)	32,399	38,630	66,069	88,794	96,477	85,852
매립지가스(열)	10,229	15,201	42,469	31,196	31,825	29,138
바이오디젤	13,407	53,346	95,663	177,642	254,189	356,822
우드칩	-	5,505	5,748	13,320	20,075	132,230
성형탄	32,298	34,170	35,267	29,186	24,102	23,053
임산연료	49,166	50,238	43,411	41,236	49,309	23,419
목재펠릿	-	-	-	-	53,577	23,766
풍력	32,472	59,728	80,763	93,747	147,351	175,644
사업용	31,323	58,512	79,679	92,654	146,249	174,531
자가용	1,149	1,216	1,084	1,093	1,102	1,113
수력	918,504	867,058	780,899	660,148	606,629	792,294
사업용	918,325	866,884	780,805	660,083	606,549	792,075
자가용	179	174	94	65	80	218
연료전지	526	1,670	1,832	4,367	19,193	42,346
사업용	-	78	421	2,888	17,578	40,436
자가용	526	1,593	1,411	1,479	1,615	1911
폐기물	3,705,547	3,975,272	4,319,309	4,568,568	4,558,131	4,862,296
폐가스	1,735,080	1,810,812	1,890,017	1,969,304	2,015,279	2,114,825
산업폐기물	590,546	671,060	796,016	772,544	802,560	851,834
폐목재	236,726	224,990	224,920	208,610	172,400	144,706
생활폐기물	28,112	33,794	35,127	44,108	58,455	94,406
대형도시쓰레기	477,118	504,940	607,833	638,447	660,511	717,671
시멘트킬른보조연료	335,135	371,474	375,622	568,110	543,179	618,082
RDF/RPF	-	36,980	42,984	60,584	45,393	93,275
정제연료유	302,830	321,222	346,792	306,861	260,345	227,497
지열	2,558	6,208	11,114	15,726	22,126	33,449
해양	-	-	-	-	-	223

주) '03년부터 수력에 대수력(10MW초과) 포함.

## 10. 산림청 소속기관 목재 펠릿보일러 설치 현황

기 관 별	용 도	규격 (kcal)	난방 면적	설치비용 (천원)	설치업체
총 10대			-	-	-
국립수목원	증식온실 (XL파이프)	20,640	70m <sup>2</sup> (21평)	7,805	일도 (‘09.11)
	증식온실 (Heat 파이프)	20,640	70m <sup>2</sup> (21평)	10,361	일도 (‘09.11)
	증식온실 (컨벡터)	20,640	70m <sup>2</sup> (21평)	9,127	일도 (‘09.11)
남부지방청	사무실 난방용 (천정형 웬코일유니트)	55,000 ~60,000	165m <sup>2</sup> (50평)	33,000	귀뚜라미 (‘09.11)
서울국유림 관리소	사무실 온수용	50,000	-	10,000	일도 (‘09.11)
국립자연 휴양림 관리소	용화산 숲속수련장(2)	35,000 ~60,000	578m <sup>2</sup> (175평)	8,776 (4,388)	귀뚜라미 (‘09. 6)
	산음 야영시설(1)	10,000 ~25,000	49.5m <sup>2</sup> (15평)	3,570	귀뚜라미 (‘09. 8)
	덕유산 숲속수련장(2)	10,000 ~25,000	375m <sup>2</sup> (113평)	7,140 (3,570)	귀뚜라미 (‘09.12)

## 11. 숲가꾸기 부산물 목재펠릿 품질 시험 결과

여주 유통센터에서 숲가꾸기 부산물을 이용하여 수종별로 펠릿을 제조한 후 국립 산림과학원 시험 결과임.

구 분	직경 (mm)	길이 (mm)	내구성 (%)	겉보기 밀도 (kg/m³)	함수율 (%)	회분 (%)	발열량 (kcal/ kg)	질소 (%)	등급
참나무류	6	19	97.4	660	5.7	1.6	4,490	0.2	3등급
밤 나 무	6	28	97.7	670	5.3	0.6	4,680	0.1	1등급
벚 나 무	6	26	98.0	690	4.3	0.7	4,660	0.1	1등급
자작나무	6	17	98.1	660	5.5	0.7	4,670	0.1	1등급
아까시 나무	6	22	87.4	690	3.8	0.7	4,640	0.1	3등급
활 잡 목	6	19	98.3	690	6.9	1.0	4,670	0.2	2등급
낙엽송 : 활잡목 (7:3)	6	20	97.1	680	4.2	0.5	4,740	0.1	2등급
낙엽송 : 활잡목 (6:4)	6	20	96.1	710	4.4	0.6	4,720	0.1	2등급
낙엽송 : 활잡목 (4:6)	6	16	95.5	730	3.4	0.5	4,710	0.0	2등급
낙 엽 송	6	20	97.8	660	8.3	0.3	4,780	0.1	3등급

## 12. 국립수목원 온실 펠릿보일러 연료비 분석결과

국립수목원에서 실시한 기름보일러(보일러 등유)와 펠릿보일러의 난방비 비교시험 결과임.

### 12.1 보일러 설치현황

번호	난방시스템	규격(kcal)	난방면적	설치비용 (천원)	설치업체
기름보일러 (4동)					
1	XL 파이프 (2동)	20,000	70㎡(21평)	1,610	귀뚜라미
2	XL 파이프 (2동)	20,000	70㎡(21평)	1,610	귀뚜라미
3	Heat 파이프 (2동)	20,000	70㎡(21평)	3,599	귀뚜라미
4	Heat 파이프 (2동)	20,000	70㎡(21평)	3,599	귀뚜라미
펠릿보일러 (3동)					
1	XL 파이프 (1동)	20,640	70㎡(21평)	7,805	일도
2	Heat 파이프 (1동)	20,640	70㎡(21평)	10,361	일도
3	컨벡터 (1동)	20,640	70㎡(21평)	9,127	일도

### 12.2 목재펠릿 가격(운반비 포함)

이동거리	펠릿단가	운반비	톤당운반비	펠릿가격	비고
여주 → 수목원	320,000	2톤 : 14만원	70,000	390,000	
		4톤 : 17만원	42,500	362,500	1차 4톤 구매
		8톤 : 22만원	27,500	347,500	
		14톤 : 30만원	21,400	341,400	2차 16톤 구매

### 12.3 보일러 등유 대비(운반비 포함)

난방 시스템	보일러 등유 (A)				펠릿보일러 (B)				절감율 (%)	비고
	사용량 (ℓ)	단가 (원)	금액 (천원)	일일 사용량 (ℓ/일)	사용량 (ℓ)	펠릿단 가 (원)	금액 (천원)	일일 사용량 (ℓ/일)		
XL 파이프	192.3	1,030	198	9.2	400	342	137	19	30.8	14톤 구매시
						363	145	19	26.8	4톤 구매시
Heat 파이프	153.8	1,030	158	7.3	300	342	103	14.3	34.8	14톤 구매시
						363	109	14.3	31.0	4톤 구매시

### 13. 대관령 고령지농업연구센터 펠릿보일러 운영결과

#### 13.1 난방유 사용 현황

연도	'06	'07	'08	총 사용량	평균사용량/년
사용량(ℓ)	263,067	158,502	154,320	720,049	191,963

\* 대상건물 : 8,240㎡(온실 25동 6,730㎡, 기타 6동 1,510㎡)

#### 13.2 펠릿보일러 운영결과

동절기 실증시험 결과 유류대비 약 45% 이상 절감

월	'07년 유류난방 온실(A) (난방면적 : 192㎡)				'08년 펠릿 난방 온실(B) (난방면적 : 192㎡)				절감액 (천원) A-B
	경유 보일러 사용				펠릿 보일러 사용				
	사용량 (L/월)	단가 (원)	금액 (천원)	일일 사용량 (L/일)	사용량 (kg/월)	단가 (원)	금액 (천원)	일일 사용량 (L/일)	
10월	신축	-	-	-	(320/ 9일)	390	(180)	(36)	
11월	712/ 16일	1,500	1,068	44.5	624/1 6일	390	244	39	△824
12월	1,150	1,500	1,725	38.3	2,490	390	971	80	△754
1월	1,293	1,500	1,940	43.1	3,620	390	1,412	120	△528
2월	1,287	1,500	1,931	42.9	2,550	390	996	85	△935
3월	888	1,500	1,332	29.6	2,610	390	1,018	87	△314
4월	529	1,500	794	17.6	860	390	335	29	△459
6개월	5,859	1,500	8,790	36.2	12,594	390	4,976	82.2	△3,814

## 14. 탄소배출권 고려시 목재펠릿의 경제성 비교

### 14.1 1kW 전력 생산 시 단가

구 분	목재펠릿	무연탄	유연탄	면세경유
생산단가(원)	74.1	19	14.7	77.2
탄소배출권	-11.6	11.6	7.6	6.1
계	62.5	30.6	22.3	83.3

\* 목재펠릿 :  $(0.19\text{kg} \times 390\text{원}) - (0.19 \times 2.6 \times 14 \times 1,687)$

\* 무연탄 :  $(0.19\text{kg} \times 100\text{원}) - (0.19 \times 2.6 \times 14 \times 1,687)$

\* 유연탄 :  $(0.14\text{kg} \times 105\text{원}) - (0.19 \times 2.3 \times 14 \times 1,687)$

\* 면세경유 :  $(0.095\text{kg} \times 813\text{원}) - (0.095 \times 0.26 \times 14 \times 1,687)$

### 14.2 산출근거

1kW전력 생산 시 연료 소모량

- 목재펠릿 0.19kg, 무연탄 0.19kg, 유연탄 0.14kg, 면세경유 0.095 ℓ

연료별 가격

- 목재펠릿 390원/kg, 무연탄 100원/kg, 유연탄 105원/kg, 면세경유 813원/kg

연료별 이산화탄소 배출량

- 무연탄 2.6kg/kg, 유연탄 2.3kg/kg, 면세경유 0.26kg/ℓ

연료별 발열량

- 목재펠릿 4,500kcal/kg, 무연탄 4,600kcal/kg, 유연탄 6,200kcal/kg

면세경유 9,050kcal/kg

탄소배출권 가격

- 이산화탄소 1톤당 14유로(유럽탄소배출권시장), 1유로 = 1,687

## 15. 목재펠릿보일러의 성능·구조 기준

에너지관리공단에서 공청회를 거쳐 목재펠릿 보일러의 성능·구조 및 설치기준 마련

구 분			기 준	시험방법
운전 성능	연료소모량		정격연료소비량의 110% 이하일 것	KSB8021
	최대 출력		최대부하에서 정격출력의 ±10%범위 이내에서 일 것	KSB8021
	배기가스온도차		주위온도와의 차이가 220℃이하일 것	KSB8021
	본체외벽온도차		주위온도와의 차이가 30℃이하일 것	보일러검사기준
	잔재(Ash)량		펠릿 소비량의 2% 미만일 것	KSB6205
	배기가스 분석치	O2	13% 이하일 것	KSB6205
		CO	300ppm 이하일 것	KSB6205
		NOx	150ppm 이하일 것	KSB6205
	과열방지장치		정상가동할 것	KSB8019
	저수위안전장치		정상가동할 것	KSB8021
	불착화안전장치		정상가동할 것	KSB8017
	화염역화방지장치		정상가동할 것	KSB8017
	동파방지제어장치		설치되어 있을 것	KSB8109
	이상 진동 및 소음		이상 진동 및 소음이 없을 것	KSB6205
구조	절연저항		2MΩ 이상일 것	KSB8021
	내전압		시험전압(1,500V)에 1분이상 견딜 것	KSB8021
	방출밸브 또는 방출관		방출밸브 설치(밀폐형)또는 방출관을 연결시키는 구조(개방형)일 것	KSB8017
	연소상태 확인구		감시구 또는 표시등에 의해 연소상태를 확인할 수 있는 구조일 것	KSB8017
	내부청소 개구부		연소장치 및 내부전열부의 청소를 원활히 할 수 있는 개구부가 있을 것	KSB8017
	잔재처리 청소구		잔재를 원활히 청소할 수 있는 청소구가 있을 것	KSB8017
	연소실 동체 및 관판 두께		강도상 이상 없을 것 (강철 : 3.2~4mm, SUS : 1~1.2mm이상)	KSB8020



## 16. 독일 · 오스트리아의 목재펠릿의 품질규격

### 16.1 독일의 펠릿 품질규격

항 목		규 격	
		DIN 51731	DIN plus
크기(cm), 길이	HP1	<30	<10
	HP2	15~30	6~10
	HP3	10~15	3~7
	HP4	<10	1~4
	HP5	<5	0.4~1
단위밀도		1~1.4g/cm	
함수율		<12%	
회분		<1.5%	
발열량		17.5~19.5MJ/kg	
황		<0.08%	
질소		<0.3%	
염소		<0.03%	
비소		<0.8mg/kg	
카드뮴		<0.5mg/kg	
크롬		<8mg/kg	
구리		<5mg/kg	
수은		<0.05mg/kg	
납		<10mg/kg	
아연		<100mg/kg	
EXO, 유기할로젠 추출물		<3mg/kg	
미세분(소비자에게 배달되기 전)		max. 1%	

### 16.2 오스트리아의 펠릿 품질규격

항 목		규격(NORM M7135)	
		수피미포함 목재	수피포함 목재
크기	펠릿	두께 : 4~20mm	길이 : max. 100mm
	브리켓	두께 : 20~120mm	길이 : max. 400mm
단위밀도		$\geq 1.0\text{kg/dm}^3$	$\geq 1.0\text{kg/m}^3$
함수율		$\leq 12\%$	$\leq 18\%$
회분		$\leq 0.5\%$	$\leq 6.0\%$
발열량		$\geq 18.0\text{MJ/kg}$	$\geq 18.0\text{MJ/kg}$
황		$\leq 0.04\%$	$\leq 0.08\%$
질소		$\leq 0.3\%$	$\leq 0.6\%$
염소		$\leq 0.02\%$	$\leq 0.04\%$
미세분(소비자에게 배달되기 전)		max. 1%	-
첨가물		max. 2%	-

## 17. 목재펠릿의 수입현황

### 17.1 '08년도 수입현황

구 분	계	중국	캐나다	러시아	기 타
수입량 (톤)	7,111	4,831	1,763	68	449
수입가격(천US\$)	1,196	702	393	14	87

### 17.2 '09년도 수입현황

구 분	계	중국	캐나다	베트남	인니	기 타
수입량 (톤)	10,412	8,232	1,047	596	243	294
수입가격(천US\$)	1,633	1,213	223	60	32	105

### 17.3 중국의 펠릿제조 형태 및 원료 종류

구분	형태			원료 종류						
	입상	괴상	원통	보릿 대	옥수수 줄기	대두 줄기	목화 줄기	땅콩 껍질	왕겨	톱밥
표시	L	K	B	MG	YM	DD	MH	HS	DK	MX

- 목재펠릿은 입상형태에 속함
- 제품표시방법 : 예시) SL12-YM90 \* MX10  
SL12 : 직경이 최대 12mm, YM90 : 옥수수 줄기 90%, MX10 : 톱밥 10%로 구성
- 제품품질 기준에서도 국내 수치와는 차이가 있어 현재 제품 생산 또는 수입 시에 품질관리에 유의해야 할 것으로 판단됨

## 18. 목재펠릿 혼소발전 시험결과

### 18.1 목재 펠릿 연료 특성

- 무연탄 발열량에 버금가는 비교적 반응성이 빠르고 휘발분(종이류 등)과 산소를 다량 함유
- 크러셔를 통한 직접분쇄는 어려우며, 연료 이용시 크러셔를 지니지 않고 보일러 상탄라인에 직접 투입하는 설비를 이용해야 하는 단점 (ROF와 유사한 물리적 특성)
- 목재 펠릿 입도는 유동화에 크게 영향을 주지 않으며, 탈휘발 혹은 연소 중 입자 깨짐 및 분열로 인해 바로 유동층에 흡수, 유동되는 입자임
- 목재 펠릿 연소 반응 속도는 국내 무연탄에 비해 매우 빠른 반응 속도를 나타내며, 이는 연소로내 연소 환경 개선에 긍정적 효과를 나타낼 것으로 판단

### 18.2 목재 펠릿 1~5%혼소 시 보일러 성능 향상

- 1~5%의 목재펠릿 혼소 시 유동층 운전 조건(온도, 압력 등) 변화에 미치는 영향은 거의 없음.
- 단, 연료 회 내 CaO 함유량이 많아 필요 석회석량 감소시키는 영향을 주는 것으로 나타남.
- 목재 펠릿 혼소율이 증가함에 따라 전기집진기 각 열별 1,2,3단의 SI-TR 출력전압 변화는 없었으며(RDF 혼소 시는 출력 전압의 감소로 운전 불안정성 야기), 이는 혼소를 통한 운전 불안정성이 RDF에 비해 없는 것으로 판단됨.

### 18.3 환경 영향 특성

- 염소가스 농도(air preheater)는 1ppm 내외로 매우 적어 부식 등의 영향 증가는 없을 것으로 판단됨.
- 다이옥신 농도(stack)는 0.013ng-TEQ/Sm<sup>3</sup>으로 RDF의 혼소 시 배출 범위와 유사한 농도를 보여주었으며, 이는 소각로 기준 규제치의 10% 내외에서 배출되는 것으로, 다이옥신 생성에 큰 영향을 주지는 않을 것으로 판단됨.
- 혼소에 따른 회 (비산화 및 저회) 내의 주요 중금속 성분은 검출되지 않거나 일부 소량 검출됨. 지정폐기물로 분류되는 기준치에 비해 매우 작은 양이 검출되어 회재의 재활용에 큰 문제가 되지 않는 것으로 판단.

## 19. 외국의 목재펠릿 발전용 이용현황

EU는 북유럽국가를 중심으로 목재펠릿의 혼소발전이 활발하다.

- 네덜란드, 벨기에, 덴마크, 스웨덴 등 북유럽 국가 중심으로 사용

국가	발전회사	발전소	연간펠릿사용량	연소방식
덴마크	DONG	Avedore	22만톤	미분탄형
덴마크	Vattenfall	Amager 1	4만톤	미분탄형
네덜란드	ESSENT	Amer 8, 9	60만톤	미분탄형
네덜란드	ELECTRABEL	Gelderland	40만톤	미분탄형
네덜란드	E.ON	Massvlakte 2	15만톤	미분탄형
벨기에	ELECTRABEL	Rhodenhuize	35만톤	미분탄형
벨기에	ELECTRABEL	Les Awirs	40만톤	미분탄형
스웨덴	Fortum	Hasselby	25만톤	유동층형
핀란드	Turku Energia	Linnankatu	5천톤	유동층형

- 일본의 간사이 발전소(6만톤/년), 캐나다 온타리오주의 Nanticoke 발전소도 목재 펠릿을 혼소발전에 이용

목재펠릿의 발전용 이용은 정부정책에 기인

네덜란드는 '03~'06년에 운영되었던 보조금제도(MEP)에 기인

- 정부와 발전업체가 석탄 협약(Cole Covenant)을 체결하여 혼소발전으로 '08까지 3.3백만톤의 CO2감축 결의

- 정부는 MEP라는 보조금 지급으로 발전업체 지원

벨기에는 녹색인증시스템(Green Certificate System)에 따라 '10년까지 전기생산에 6%의 재생에너지 사용의무(쿼터)가 있음

- 의무량 : ('02) 0.8% → ('10) 6% 불이행 시 페널티 125유로/MWh

## 20. 신재생에너지 의무 할당제(RPS)

### 20.1 RPS 및 발전차액지원제도 도입 현황

제 도	국 가
RPS 제도	미국(텍사스, 캘리포니아 등 25개주), 영국, 스웨덴, 캐나다 이탈리아(발전차액→RPS전환), 일본 등 16개국
발전차액 지원제도	미국(2개주), 독일, 스위스, 덴마크, 인도, 스페인, 그리스, 스리랑카, 포르투갈, 노르웨이, 슬로베니아, 프랑스, 라트비아, 호주, 브라질, 체코, 인도네시아, 리투아니아, 사이프러스, 에스토니아, 헝가리, 대 한민국, 슬로바키아, 이스라엘 등 34개국
병행 실시	이탈리아 (태양광 부문 발전차액제 유지 : '10년부터 발전차액 폐지)

### 20.2 주요국가의 RPS추진 방식

구분	미국(Texas)	영국	스웨덴	호주	이태리	일본
시행시기	2002	2002/4/1	2003/5/1	2002/4/1	2001/1/1	2003/4/1
의무주체	전력회사 전력공급사	공급사업자	전력수용가 (100MW이하)	소매사업자 도매사업자	발전사업자 수입사업자 (100GWh/연 이상 사업자)	일반사업자 특정사업자 특정도 전사업자
의무기준 및 방법	의무대상자의 판매비중 목표발전량	좌동	좌동	좌동	발전수입량 대비 일정비율	판매전력량 대비 일정비율
인증서 발행기관	신뢰도위원회 (ERCOT)	가스전력청 (OFGEM)	송전회사 (Svenska Kraft)	신재생에너지청 (ORER)	송전회사 (GSE)	에너지통신부 (METI)
비용 회수방법	요금	요금전가	전기요금에 Surcharge	-	요금전가	-
Penalty (MWh당)	REC평균의 200%	£32.3	REC평균의 150%	Aus \$40	REC거래 최대가격의 150%	-
인증서가격 (MWh당)	\$14	£47	€25.3	-	€125.3 (부가세별도)	¥ 4,900

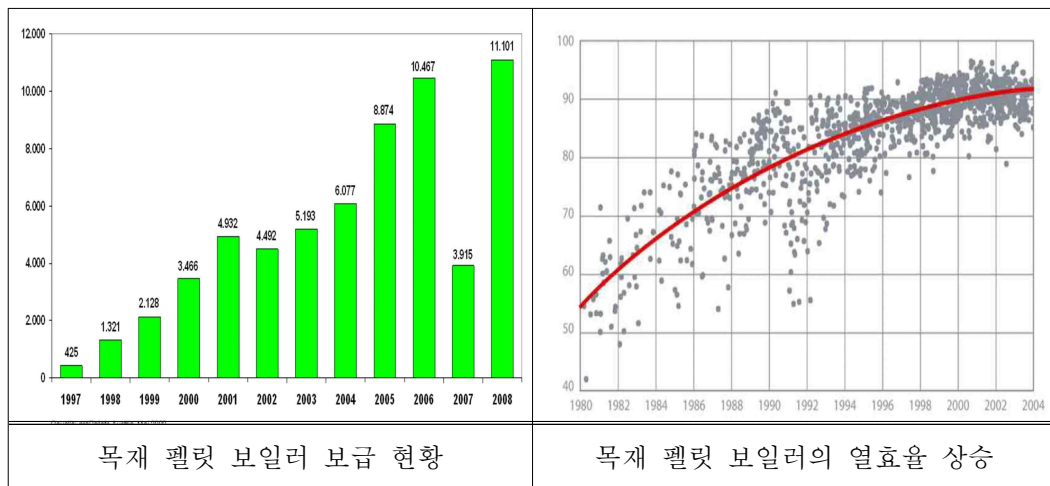
## 21. 오스트리아의 목재펠릿산업

### 21.1 목재펠릿 생산

펠릿공장규모	총생산규모	총생산	공장수(개)	가동율(%)
소규모 (연간 3만톤 이하)	19만 5천톤	12만 9천톤	13	66
중규모 (연간 3만~7만톤)	48만 1천톤	32만 5천톤	9	68
대규모 (연간 7만톤 이상)	33만톤	17만 2천톤	3	52
계	100만 2천톤	62만 6천톤	25	62

### 21.2 목재펠릿 보일러 보급

'97년 목재펠릿보일러가 최초 보급된 후 '08년까지 6만 3천대 보급



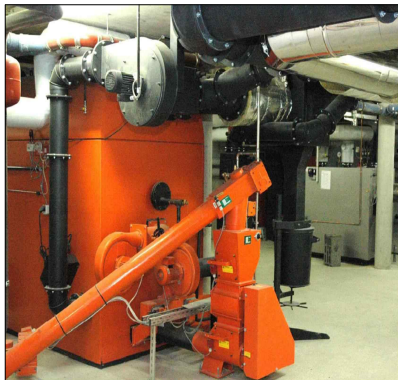
## 22. 독일의 목재펠릿 지역난방 사례

### 22.1 추진경위



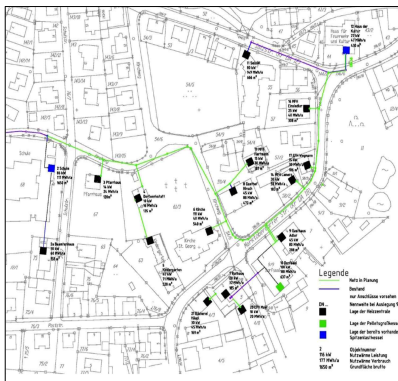
- 독일 Byern주 Wildpoldsried시
  - 인구 2,750명 가구수 900
- '84년부터 마을 자치위원회(14명)에서 신재생 에너지 이용 활성화를 결정 후 추진
- 총투자비는 55만유로(주정부, 연방정부에서 각각 7만유로 지원)
- 개인 부담액은 10,000 유로

### 22.2 목재펠릿 보일러



- 440kW 규모의 중앙 펠릿 보일러를 설치하여 지역난방에 이용
  - 보일러는 오스트리아 Mawere Holzfeuerungsanlagen GmbH 제품
  - 보일러에서 공급되는 온수는 여름철 80℃ 겨울철 90℃
- 목재펠릿은 25톤/1회 탱크로리를 이용하여 125유로/톤에 구입

### 22.3 지역난방시스템



- '09년 현재 주변 1km의 온수 공급 설비 완료
  - 공급받는 시설은 시청, 문화센터, 음악홀, 유치원, 교회 등의 다양한 공공건물과 18개 가정으로 구성된 6개의 거주 건물
- 개별 건물에서는 보일러에 유입되는 온수를 이용하여 건물 난방
  - 건물 내 온수 이용을 위해 열교환기를 설치하고 온수 저장탱크(가정의 경우 300ℓ) 보유
- 연간 난방유 146kℓ, 온실가스 배출 470톤 감축

## 23. 일본 이와테현의 목재펠릿 이용사례

### 23.1 추진경위



- '04~'06 : 제1기 이와테 목질바이오매스 에너지 이용확대 계획 추진
- '07~'10 : 제2기 이와테 목질바이오매스 에너지 이용확대 계획 추진 중
  - 목질바이오매스 에너지 이용을 통한 산업 클러스터 형성 추진
- ※ 2009년 현재 현재 펠릿제조 공장은 4곳으로 총 생산능력은 4,350톤/년

### 23.2 펠릿 스토브 보급사업



- 2004년부터 펠릿스토브를 구입하는 경우에 시정촌으로의 보조(초중등학교에 설치하는 경우 보조율 1/2, 상한 20만엔) 및 일반가정과 사무소 등으로의 보조(일반가정, 레스토랑 등에 설치하는 경우 보조율 1/4, 상한 5만엔)
- 2008년 4월부터 공공적 시설에 펠릿스토브를 도입하는 경우에 보조(최대 10만엔)로 전환
  - 펠릿스토브를 구입한 주민에게 10kg당 100만엔 할인 쿠폰 60매를 지원

### 23.3 구즈마끼정(바이오매스타운)



- 2008년에 바이오매스 타운으로 지정
- 제지용 칩을 생산하는 구즈마끼임업(주)에서 수피와 톱밥을 원료로 펠릿공장 가동(시간당 1톤) : '06년도 약 1,200톤의 판매
- 구즈마끼 노인보호시설은 설치비(4천만엔)의 1/2을 정부보조를 받아 펠릿보일러 설치
  - 지역내 구즈마끼임업(주)에서 생산되는 펠릿(약250톤/년)을 구입하여 난방과 급탕용으로 사용



## 24. 에너지 수입 현황 및 신재생에너지 공급 목표

### 24.1 에너지수입 현황('05~'07)

구 분		2005년	2006년		2007년	
		실적	실적	증가율(%)	실적	증가율(%)
국내총수입액(억\$)		2,612	3,094	18.5	3,568	15.3
에너지총수입(억\$)		667.0	855.7	28.3	949.8	11.0
원유	금액(억\$)	426.1	558.7	31.1	603.2	8.0
	물량(백만B)	843.2	888.8	5.3	873.5	-1.7
	단가(\$/B)	50.4	62.9	24.7	69.1	9.9
석유 제품	금액(억\$)	97.2	121.2	24.7	150.7	24.3
	물량(백만B)	203.4	206.1	1.2	209.0	1.4
	단가(\$/B)	47.7	58.8	23.3	72.1	22.6
무연탄	금액(억\$)	4.3	4.1	-4.7	4.5	9.8
	물량(백만톤)	4.6	5.1	10.9	5.4	5.9
	단가(\$/톤)	93.9	79.5	-14.4	82.2	3.4
유연탄	금액(억\$)	48.0	47.0	-2.1	56.8	20.9
	물량(백만톤)	69.3	70.9	2.3	79.4	12.0
	단가(\$/톤)	69.3	66.3	-4.3	71.5	7.8
LNG	금액(억\$)	86.5	119.2	37.8	126.5	6.1
	물량(백만톤)	22.3	25.3	13.5	25.6	0.8
	단가(\$/톤)	387.4	471.1	21.6	494.8	5.0
기타 (억\$)		4.9	5.5	12.2	8.1	47.3

### 24.2 신재생에너지 공급목표

(단위 : 천 TOE)

구 분	2008	2010	2015	2020	2030
태양열	33	40	63	342	1,882
태양광	59	138	313	552	1,364
풍력	106	138	313	552	4,155
바이오	106	220	1,084	2,035	10,357
수력	518	987	2,210	4,211	1,447
지열	946	972	1,071	1,165	1,261
해양	9	43	280	544	1,540
폐기물	0	70	393	907	11,021
합계	4,688	5,097	6,316	7,764	33,027
1차에너지 (백만 TOE)	247	253	270	287	300
비중	2.58%	2.98%	4.33%	6.08%	11.0%

목재펠릿 경제성 : 보일러 등유의 68%, 경유의 49%, 면세경유의 82%('11. 1)

## 25. 난방연료 단가 비교표

구 분	목재펠릿	경유	면세 경유	보일러 등유	B-C유	유연탄	연탄	도시가스	심야전기
가 격	340원/kg	1,597원/ℓ	950원/ℓ	1,165원/ℓ	892원/ℓ	128원/kg	112원/kg	719원/Nm³	60원/kWh
발 열 량	4.5Mcal/kg	9Mcal/ℓ	9Mcal/ℓ	9Mcal/ℓ	9.9Mcal/ℓ	6.2Mcal/kg	4.6Mcal/kg	10.5Mcal/Nm³	0.86Mcal/kWh
동일발열량 (Mcal)당 가격	76원	177원	106원	129원	90	21원	24원	68원	70원
상대가격	100	203	122	148	103	24	28	78	80

## 26. 펠릿생산 현황

### 26.1 '09 생산·판매·재고현황

구분	계	여주	SK	일도
생산	8,527	5,601	2,054	872
판매	6,174	3,707	1,606	861
재고	2,353	1,894	448	11

### 26.2 '10 생산·판매·재고현황

구분	계	여주	SK	일도	양평	단양	청원	괴산
생산	13,088	5,705	2,280	690	380	714	3,149	170
판매	12,858	6,256	3,036	627	218	693	1,860	168
재고	2,583	930	105	74	162	21	1,289	2

### 26.3 '11 생산·판매·재고현황

구분	계	여주	SK	일도	양평	단양	신영	풍림	아주	개명	청림	연기	포항	산청	우주	그린
생산	34,335	7,200	3,400	650	1,159	3,500	7,593	1,331	5,000	150	100	985	656	811	600	1,200
판매	33,109	6,176	3,850	570	815	3,000	8,881	1,336	5,000	110	83	797	477	414	600	1,000
재고	1,226	1,024	-450	80	344	500	-1,288	-5	0	40	17	188	179	397	0	200

## 27. 펠릿제조시설 현황

### 27.1 국고지원 시설

구분	지역	사업자	국고(억원)	생산규모	연간생산능력	생산개시
'08	경기 여주	산림조합중앙회	17.0	2톤/hr	12,500톤	2008. 12.
'09	충북 청원(본예산)	신영 E&P	12.5	2톤/hr	12,500톤	2009. 11.
	경남 김해(본예산)	아주녹화개발	12.5	2톤/hr	12,500톤	2010. 5.
	충북 단양(추경)	산림조합	17.5	2톤/hr	12,500톤	2010. 1.
	경기 양평(추경)	산림조합	17.5	2톤/hr	12,500톤	2010. 5.
'10	전북 무주	무주군	12.5	2톤/hr	12,500톤	시험생산중
	경북 포항	산림조합	12.5	2톤/hr	12,500톤	2011. 3.
	강원 태백	청림	8.75	1톤/hr	6,250톤	2011. 2.
	충북 괴산	풍림	8.75	2톤/hr	12,500톤	2010. 11.
	충남 연기	산림조합	8.75	1톤/hr	6,250톤	2011. 6.
	경남 산청	산림조합	8.75	1톤/hr	6,250톤	2011. 2.
	경남 거창	개명목재	5.0	0.5톤/hr	3,125톤	2011. 2.
	경기 포천	아스콘	5.0	0.5톤/hr	3,125톤	시험생산중
'11	전남 광양	대현우드	12.5	2톤/hr	12,500톤	시험생산중
	강원 화천	화천군수	5.0	0.5톤/hr	3,125톤	시험생산중
	제주 서귀포	산림조합	5.0	0.5톤/hr	3,125톤	시험생산중

\* 소형 목재펠릿 성형기(0.1톤/hr) : 2개소(강원 홍천, 경북 상주) - 국고 1.666억원(2개소 합계)

### 27.2 민간투자 시설

구분	지역	사업자	준공	규모	비고
'08	군산	건조기술	2008. 10.	2톤/h	'09년 3월 생산중단
'09	동해	일도바이오	2009. 1.	1톤/h	
	화순	SK임업	2009. 4.	2톤/h	'09년 10월 2톤/h 증설
'10	평택	그린에코	2010. 2.	2톤/h	
	정선	우주그린	2010. 3.	4톤/h	
	사천	바이오삼삼	?	2톤/h	'11년 생산중단

## 28. 해외펠릿공장 현황

신 고	진출국	업체명	규모 (천톤/년)	비고
'08	인도네시아 (주부자와洲)	(주)인맥 현지 - PT. Solra Park	100	
'09	인도네시아 (서부칼리만탄洲)	(주)GP INCO 현지 - PT. Green People Inco	50	
	인도네시아 (파푸아洲)	LG상사 현지- Medco Group	36	
	미얀마 (만달라이洲)	(주)이오림 현지-International Big Dipper Co, Ltd	24	
	중국 (흑룡강성)	(주)대신그린텍 현지-대흥안령대신목질과립유한공사	18	
	베트남 (남부 롱안성)	GE에너지(주) 현지-Vina GE Energy	26	
	러시아 (하마로브스크洲)	(주)탑 인프라디벨로퍼 현지-Top Infra Rus	28	

## 29. 펠릿 보일러 보급 현황

### 29.1 '09년도 가정용 보일러 보급현황

계	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남
2,999	210	190	750	420	249	850	170	160

불용 : 전북 1대(군산)

※ 총 30개 업체중 상위 8개 업체가 81% 시장점유 (귀뚜라미 34%)

※ '09년 에너지관리공단은 487대(그린홈 363, 일반 124) 보급

### 29.2 '10년도 가정용 보일러 보급현황

구분	계	인천	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남	제주
계획(대)	4,000	280	280	260	850	420	350	873	367	287	33
설치(대)	3,883	271	278	260	850	420	349	812	367	264	12

※ 상위 4개 업체가 78% 보급(귀뚜라미 35%, 한강 17%, 의성 14%, 넥스트12%)

- 보급 기준 : 열효율 80%, 연료소비량 110%, 잔재량 2%, O<sub>2</sub> 13%, CO 300ppm, NOx 150ppm

※ '10년 에너지관리공단은 150대(5억) 보급

### 29.3 '11년도 가정용 보일러 보급현황

단위 : 대

구분	계	부산	대구	대전	울산	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남	제주
계획	4,000	10	10	5	25	300	350	650	420	400	800	700	300	30
설치	3,951	5	10	4	30	332	355	651	420	400	701	714	301	28

※ 상위 6개 업체가 78% 보급(귀뚜라미 32%, 신일 13%, 넥스트 12%, 한강 9% 등)

- 보급 기준 : 열효율 85%, 연료소비량 110%, 잔재량 2%, O<sub>2</sub> 13%, CO 300ppm, NOx 150ppm

### 29.4 '11년도 가정용 외 보일러 보급현황

구 분	보급단가 (백만원)	보급대수	지원비율 (국비:지방비:자부담)	비 고
주민편의시설용	3.7	236	50:50:-	-
사회복지시설용	55	19	50:50:-	-
일반시설용	10.6	10	30:20:50	-
산업용(시험사업)	-	9	30:20:50	포천 염색단지 5, 평택수련관, 청원 창생농산, 임실 경보제지, 화순 버섯개발영농조합

### 29.5 소속기관 보일러·난로 보급 현황

기 관 별	보 일 러	난 로
합계	45대	163대
북부지방청	4대(매화산 모델링 방문자센터 등)	18대(지방청 및 관리소 사무실 등)
동부지방청	3대(관리소 식당, 관사 등)	22대(관리소 사무실 및 직원 관사 등)
남부지방청	11대(직원관사, 여직원 휴게실 등)	21대(관리소 사무실 및 직원 식당 등)
중부지방청	1대(충주관리소 한옥)	16대(지방청 및 관리소 사무실 등)
서부지방청	3대(장성 치유의숲 안내센터 등)	19대(지방청 및 관리소 사무실 등)
자연휴양림관리소	11대(덕유산 숲속수련장 등)	37대(휴양림 관리사무실 등)
산림과학원	4대(산림생산기술연구소 등)	20대(휴게실 및 연구실 등)
국립수목원	8대(국립수목원 온실 등)	2대(양평 용문 온실)
산림항공본부	-	2대(안동산림항공관리소)
품종관리센터	-	4대(재배시험포지 창고 등)
산림교육원	-	2대(정문 경비실, 임시 구내식당)

## 29.6 국가·공공기관 보일러 보급 현황(12대)

설치 년도	설치 대상지	보일러용량	예산(백만원)			설치 대수	비고
			합계	국고	자부담		
2009	501방공대대(서울)	260,000kcal	90	90	-	1	국가기관
2010	1군단 102공병대대(양주)	400,000kcal	104	104	-	1	국가기관
	6군단 132대대(전곡)	300,000kcal	119	119	-	1	국가기관
2011	산림조합중앙회	1,300,000kcal	800	560	240	1	공공기관
	대한석탄공사 도계광업소	600,000kcal	207	145	62	2	공공기관
	15사단 공병대대	280,000kcal	100	100	-	1	국가기관
	26사단 기갑수색대대	800,000kcal	150	150	-	1	국가기관
	충북대학교 학군단	300,000kcal	157	157	-	1	국가기관
	대전정부청사 온실	300,000kcal	337	337	-	1	국가기관
	임실경찰서	600,000kcal	170	170	-	1	국가기관
	목포대학교	1,200,000kcal	242	242	-	1	국가기관

※ 연료비 분석 결과 군납 면세경유(ℓ 당 706원) 대비 3.7%~11.7% 절감

※ 국가·공공기관 난로 보급 현황 : 2011년 241대 보급

## 29.7 시설원예

2010년부터 2011년까지 시설원예 펠릿난방기 278ha 보급(년 6만톤 소비규모)

※ 연도별 보급량 : ('10) 138ha → ('11) 140ha

## 29.8 '08년도 시범 보급

금산 진산휴양림(사립 5), 부여 만수산휴양림(공립 3), 문경 불정휴양림(공립 2), 화순 백아산휴양림(공립 8), 화순 한천휴양림(공립 6)

## 29.9 '12년 보급계획

- 가정용 보일러 보급 : 2,800대(단가 4.7백만원, 축열조 미부착 시 4백만원)

계	부산	인천	대전	울산	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남	제주
2,800	1	20	5	45	330	230	480	270	269	460	460	220	15

\* 국고 30%, 지방비 40%, 자부담 30%

- 주민편의시설 및 사회복지시설 : 200대(단가 4.7백만원)

\* 국고 50%, 지방비 50%

- 지역단위 집중난방 시설 지원 : 3개소(개소 당 3억원)

\* 국고 50%, 지방비 20%, 자부담 30%

- 산업용 보일러 : 2톤/hr 기준 40대(단가 3억원, 총 예산 120억원)

\* 국고 50%, 지방비 50%

### 30. 펠릿예산

구분	2009	2010	2011	2012
총예산	99억원	116억원	123억원	121억원
·펠릿 보일러	39억원 (3천대)	46억원 (4천대)	96억원(4,760대) ※ 가정용+주민편의시설용+ 사회복지시설용+일반시설용	108억원(3,040대) ※ 가정용+주민편의시설용 +산업용
·펠릿 제조시설	60억원 (4개소)	70억원 (8개소)	25억원(3개소)	13억원(1개소)

### 31. 펠릿 동향

31.1 펠릿 유통망 : 현재 펠릿 판매처는 34개소(공장 15개소, 판매대리점 19개소)

31.2 펠릿 가격동향 (2012.3.31)

- 가정용(1등급, 배송비 제외)

제 조 업 체	지 역	연 락 처	상차가격(원/톤)			
			소포장(20kg)		톤백 포장	
			관내	관외	관내	관외
산림조합중앙회	경기여주	031-881-1396	300,000	320,000	300,000	320,000
(주)그린에코	경기평택	031-647-3456	280,000	280,000	260,000	260,000
양평산림조합	경기양평	031-772-2144	300,000	320,000	-	-
(주)청림	강원태백	033-554-0063	280,000	280,000	-	-
일도바이오	강원동해	033-521-8490	290,000	290,000	290,000	290,000
우주그린산업(주)	강원정선	033-563-6533	290,000	290,000	290,000	290,000
(주)풍림	충북괴산	043-836-6663	270,000	290,000	-	-
신영E&P	충북청원	043-241-7878	295,000	320,000	265,000	265,000
단양산림조합	충북단양	043-422-3511	300,000	310,000	-	-
연기산림조합	충남연기	041-865-2132	314,000	320,000	-	-
SK임업	전남화순	061-372-2870	320,000	320,000	300,000	300,000
포항산림조합	경북포항	054-247-4654	300,000	320,000	-	-
산청산림조합	경남산청	055-973-4400	300,000	300,000	-	-
아주녹화개발	경남김해	055-339-9808	250,000	300,000	250,000	280,000
개명목재산업	경남거창	055-942-2400	325,000	325,000	-	-
서귀포산림조합	제주서귀포	064-738-5101	320,000	-	-	-
넬슨바이오에너지(주)	캐나다	010-8920-9314	-	-	-	320,000
대신그린텍(주)	중국	02-703-4275	-	290,000	-	275,000

- 산업용(2등급 이하, 배송비 제외)

제조업체			지역	연락처	상차가격			
					소포장(20kg)		톤백 포장	
					관내	관외	관내	관외
신영E&P(2등급)			충북 청원	043-241-7878	-	-	245,000	245,000
(주)그린에코 (2등급)			경기 평택	031-647-3456	280,000	280,000	260,000	260,000
(주)이앤알네트웍스 (2등급)			말레이시아	031-907-4920	-	-	-	250,000
(주)G E에너지	2등급	6mm	베트남	02-758-6695	-	270,000	-	260,000
		8mm				260,000		250,000
	3등급	6mm				260,000		250,000
		8mm				250,000		240,000
솔라파크(2등급)			인도네시아	02-2146-1816	-	-	-	270,000
(주)탑인프라 (2등급)			러시아	062-710-0420	-	-	-	270,000
그린에너지	2등급	태국	031-491-4201	-	280,000	-	250,000	
	3등급			-	250,000	-	230,000	

### 31.3 2010년도 수입현황

구 분	계	중국	베트남	말레이시아	칠레	캐나다	인니	기타
수입량(톤)	20,893	8,084	4,399	3,264	2,024	1,440	797	885
수입가격(천US\$)	3,290	1,244	530	429	359	351	108	269

- '09년 수입 : 12천톤(중국 73%, 캐나다 9%, 인니 6%, 베트남 5%, 칠레 4%)

※ 연료용 50% , 목분용 30%, 축산갈래 등 기타 20%

### 31.4 2011년도 수입 현황

구 분	계	말레이시아	베트남	중국	러시아	일본	캐나다	기타
수입량(톤)	29,678	7,626	7,236	5,581	3,301	2,186	2,021	1,727
수입가격(천US\$)	4,482	1,044	876	924	403	368	407	460

- 부가세 감면 : 2010년 세제개편(안)에 반영(8. 23), 국회 재정위 회부(10. 4)

- 조특법 §106 개정 / 일몰 2년 적용('11.1.1 ~ '12.12.31), 한시적으로 VAT 면제 적용



## 32. 펠릿 제조단가

<동남아 생산시>	
· 원료비(14%)	: 30~40\$
· 제조비(25%)	: 60~80\$
· 내륙운송비(8%)	: 20\$
· 해상운임비(17%)	: 40\$
· 통관비용(7%)	: 20\$
· 국내유통비(29%)	: 60\$

<국내생산시>	
· 원료비(37%)	: 14만원
· 제조비(32%)	: 12만원
· 인건비(10%)	: 4만원
· 유통비(21%)	: 8만원
* 부가세 포함	

- 펠릿보일러 원가산정('10. 1~3, (재)한국산업관계연구원)
  - 적정원가 : 20kw(가정용) 370만원, 200kw 5천만원, 300kw 67백만원
- 경제성 : 보일러 등유의 56%, 경유의 43%, 면세경유의 75% 가격(12. 3.)

구 분	목재펠릿	경유	면세경유	보일러등유	B-C유	유연탄
가 격	400원/kg	1,856원/ℓ	1,076원/ℓ	1,422원/ℓ	1,216원/ℓ	128원/kg
Mcal당 가격	89원	206원	119원	158원	123원	21원

## 33. 펠릿수요

### 33.1 잠재수요

#### <농가 난방현황>

구 분	가구수(천호)	비율(%)
등 유	904	71
심야전기	170	13
연 탄	58	5
도시가스	48	4
기 타	91	7

#### <시설원예 현황>

구분	시설면적(ha)	난방면적(ha)
계	57,913	14,220
채소	49,828	10,631
화훼	3,063	2,698
과수	5,022	891

\* 면세유공급량 : ('08) 126만kl

### 33.2 수요전망

- ※ ('10) 34천톤 : 주택용 20천톤(3천가구×4톤, 4천가구×2톤), 시설원예 14천톤(140ha×200톤×1/2)
- ※ ('11) 80천톤 : 주택용 36천톤(7천가구×4톤, 4천가구×2톤), 시설원예 44천톤(140ha×200톤, 140ha×100톤)

## 34. 마을회관 연료사용

구분	계	인천	대구	울산	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남	제주
계	53,583	396	19	880	3,988	3,298	3,933	6,630	6,486	10,519	9,002	8,040	392
기름	35,006	249	18	180	1,046	644	365	5,009	4,400	9,548	6,532	6,752	261
심야	13,470	72	1	408	1,851	2,300	3,169	1,050	1,580	468	1,929	591	51
화목	98				29	3	2	10	10	6	17	19	2
연탄	128				67	22	9	2	7	6	14	1	
기타	4,881	75		292	995	329	388	559	489	491	508	677	78

※ 마을회관 펠릿보일러 기설치(88) : 충남 공주 76, 전남 보성 7 장흥 3 강진 1, 무안 1

### 35. 품질규격 : 규격 고시('09.5.21), 의무화(7.26) ※ 위반시 100만원이하 벌금

특성	단위	1급펠릿	2급펠릿	3급펠릿	4급펠릿
크기(지름)	mm	6-8	6-8	6-8	6-25
크기(길이)	mm	≤32	≤32	≤32	≤32
겉보기밀도	kg/m <sup>3</sup>	≥640	≥600	≥550	≥500
함수율	%	≤10	≤10	≤15	≤15
회분	%	≤0.7	≤1.5	≤3.0	≤6.0
미세분	%	<1.0	<1.0	<2.0	<2.0
내구성	%	≥97.5	≥97.5	≥95	≥95
발열량	kcal/kg	≥4,300	≥4,300	≥4,040	≥4,040
유황분	%	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
염소분	%	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
질소분	%	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3
기타첨가물	%	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0

### 36. 펠릿 R&D

- 열효율 향상 및 한국형 표준 펠릿보일러 개발(기획과제)
  - 한국에너지연구원, 일도, 생산기술연구소 공동 참여(2년, 7억)
- 펠릿 이용실태 분석 및 안정적 수급방안 연구용역(정책용역)
  - 펠릿협회(4. 19 착수보고, 9. 16 중간보고, 10월 최종보고), 6천만원
- 탄화펠릿 제조 기초연구(자유공모, 기후변화에너지연구소)
- One-stop 펠릿보급시스템 연구(청장님 지시사항)
  - 운반용 차량 및 저장조, 자동이송장치 등 연구
    - ※ 금년도 추진방안을 우선 강구하고 '11년 기획과제로 추진
- 소형 펠릿 성형기(0.2톤/h) 현장실증(남부청, 5월부터)
- 펠릿보일러 인증시스템 구축 연구용역('10. 4. ~ '11. 3, 에너지 기술연구원, 5억원)

### 37. 탄소배출권 고려

- 화석연료 대체 : 목재펠릿 1톤 = 경유 497ℓ = 보일러 등유 503ℓ = 유연탄 726kg
  - \* 펠릿 4,500kcal/kg, 경유 9,050kcal/ℓ, 보일러 등유 8,950kcal/ℓ, 유연탄 6,200kcal/kg
- CO<sub>2</sub> 배출량 계산 : 에너지사용량 × 석유환산계수(순발열량) × 탄소배출계수 × 44/12

- 경유 1kl → 2.59 tCO<sub>2</sub>(0.845toe/kl × 0.837tonC/toe × 44/12)
- 보일러등유 1kl → 2.49 tCO<sub>2</sub>(0.835toe/kl × 0.812tonC/toe × 44/12)
- 벙커C유 1kl → 3 tCO<sub>2</sub>(0.935toe/kl × 0.875tonC/toe × 44/12)
- 유연탄 1kg → 2.31 tCO<sub>2</sub>(0.595toe/kg × 1.059tonC/toe × 44/12)
- 전기 1MWh → 0.424tCO<sub>2</sub>

- 목재펠릿 1톤의 CO<sub>2</sub> 저감량 (화석연료 대체량 × CO<sub>2</sub> 발생량)

연료별	경유 대체시	보일러 등유 대체시	유연탄 대체시
CO <sub>2</sub> 저감량	1.29톤	1.25톤	1.68톤

- 탄소배출권을 고려한 연료가격 비교

- 목재펠릿의 연료비는 경유의 48%, 보일러 등유의 70%, 유연탄의 2.5배

구 분	국내펠릿(1급)	경유	국내펠릿(1급)	보일러등유	수입펠릿(3급)	유연탄
가 격	390원/kg	1,482원/ℓ	390원/kg	1,029원/ℓ	270원/kg	128원/kg
탄소배출권	29원/kg	-	28원/kg	-	38원/kg	-
동일열량 가격	80원/Mcal	165원/Mcal	80원/Mcal	114원/Mcal	52원/Mcal	21원/Mcal

\* 탄소배출권 = CO<sub>2</sub> 저감량 × EU 배출권 거래가격(15유로/CO<sub>2</sub>톤) × 환율(1,514원/유로)

\* 발전용 유연탄은 저렴하지만 품질이 낮은 수입펠릿으로 대체하는 것으로 가정

### 38. RPS(Renewable Portfolio Standard) : 신재생에너지 공급 의무화 제도

- 공급의무자 범위 : 설비규모 500MW 이상의 14개 발전사업자
  - \* 6개 발전사, 지역난방공사, 수공, 포스코파워, K-파워, GS EPS, GS파워, 메이아울촌, 현대대산
- 전체 공급의무자의 연도별 의무비율 : ('12) 2% → ('16) 4% → ('20) 8% → ('22) 10%
- 태양광에 대한 별도 의무량 할당 : ('12) 120MW → ('22) 200MW
- 에너지원별 공급인증서(REC : Renewable Energy Credit)의 가중치 부여
- 신·재생에너지 공급 불이행에 대한 과징금 → 공급인증서 평균거래 가격의 150%

### 39. 석탄화력발전소

- 10개 석탄화력 발전소는 66백만톤(유연탄 63, 무연탄 3백만톤)의 석탄을 사용('08)
- 혼소비율에 따른 펠릿 소요량 : (1%) 88만톤, (5%) 440만톤, (10%) 880만톤

발 전 소		설비호기 (기)	발 전 량 (GWh)	방식	연료사용량 (천톤)	
					유연탄	무연탄
남동발전	영동, 삼천포, 영흥	10	45,262	미분탄형	18,065	935
중부발전	서천, 보령	8	28,634	미분탄형	9,628	690
서부발전	태안	8	32,834	미분탄형	11,950	
남부발전	하동	6	25,024	미분탄형	9,790	
동서발전	동해	2	2,862	유동층형		1,470
	호남, 당진	10	36,107	미분탄형	13,550	

#### 40. 신재생설비 공공기관 설치 의무화

- 대상 : 국가·지자체 및 공공기관의 신·증·개축 건축 연면적 1천㎡이상
- 신·재생에너지 사용량 의무비율 (이전 연면적 3천제곱미터 이상의 건축공사비의 5%이상)

연도	'11~'12	'13	'14	'15	'16	'17	'18	'19	'20~
의무비율(%)	10	11	12	13	14	15	16	18	20

#### 41. 온실가스에너지 목표관리제(녹색성장기본법 42조, 총괄기관 : 환경부)

- 온실가스 다배출 업체에게 온실가스 배출량과 에너지 사용량 감축목표 설정·관리
- 지정기준 : 업체 기준 온실가스 배출량 125천CO<sub>2</sub>톤, 에너지 사용량 500TJ 이상, 사업장 기준 온실가스 배출량 25천CO<sub>2</sub>톤, 에너지 사용량 100TJ 이상
- 추진절차

- ① 관리업체 지정·관리 지침('10.8.30 환경부 고시)
- ② 관리업체 470개 지정('10.9.28, 산업·발전 374, 건물·교통 46, 농업·축산 27, 폐기물 23)
- ③ 최근 4년간(2007~2010)의 온실가스·에너지 명세서 제출('11. 3월)
- ④ 2011년 9월에 감축목표를 설정하고 2012년부터 목표 이행

- 관리업체중 제지업계가 57개(석유화학 78, 발전·에너지 36, 철강 34)

경산제지, 고려제지, 광원목재, 대림제지, 대성목재, 대양제지, 대한제지, 대한페이퍼텍, 대한 펄프, 대화제지, 동원제지, 동일제지(안산, 의령), 동화기업(아산, 인천), 모나리자, 미래페이퍼, 쌍용씨앤비, 아진피앤피, 월산, 포레스코, 한솔홈데코, 한창제지, 무림(에스피, 페이퍼, 피앤피), 보위터한라제지, 삼일제지, 삼정펄프, 삼정펄프, 삼화제지, 선창산업, 성창보드, 세하, 신대양제지, 신대일제지, 신창제지, 신평제지, 쌍용제지, 아세아제지, 아세아페이퍼텍, 아트원제지, 영풍제지, 오성제지, 유한킴벌리, 전주페이퍼, 한국알스트롬, 진영제지, 천일제지, 케이지피, 페이퍼코리아, 한국수출포장공업, 한국제지, 한국조폐공사, 한솔제지, 흥원제지

#### 42. 에너지 수입액(2009) → 약 9백억\$로 총수입액(3,231억\$) 대비 28%

- 석탄 100억\$(유연탄 93, 무연탄 7), 석유 666억\$(원유 508, 제품 158), LNG 139억\$(에너지경제연구원 2010)

#### 43. 에너지 가격 변동 (에너지경제연구원 2010)

구분	보일러 등유	경유	B-C유	무연탄	전력	도시가스
'08	1,239원/ℓ	1,612원/ℓ	757원/ℓ	103,841원/톤	78.8원/kWh	638원/m³
'09	976원/ℓ	1,398원/ℓ	719원/ℓ	116,809원/톤	83.6원/kWh	688원/m³
'10. 7	1,057원/ℓ	1,497원/ℓ	767원/ℓ	123,680원/톤	78.2원/kWh	609원/m³

#### 44. 연탄('09. 11)

##### 44.1 보조금

정부지원금(원/개)				소비자 가격(원/개)					정상가격 (합 계)
석탄 보조금	연탄 보조금	수송비 보조	소 계	공장도 고시가격	판매 수수료	운반비	배달료	소 계	
80.16	217.73	24.75	322.64 (39.7%)	373.50	5.00	12.75	98.25 (자율화)	489.50 (60.3%)	812.14 (100%)
				판매소 고시가격 391.25					

##### 44.2 연탄가격 추이

구 분	'89년	'03년	'07년	'08년	'09년
정상 연탄가격	195	630	707	748	812
공장도가격(원/개)	167.25	184	221	287.25	373.50
소비자가격(원/개)	195	300	337	403	490
저소득층 연탄보조	없음	없음	4만가구 (13억원)	기초 4.2만, 차상위 3만, (예산 76억원)	기초 4.3만, 차상위 1.2만, 소외계층 1.9만 (예산 150억원)

#### 45. TOE와 KW

- TOE(석유환산톤, Ton of Oil Equivalent) : 원유1톤에 해당하는 열량으로 약  $10^7$  Kcal
  - 원유 1톤(1toe) = 7.33배럴 = 1,165.4ℓ = 5.83드럼 = 41,860.5 MJ
  - \* 1toe는 ① 일반승용차(연비 11km/ℓ)가 서울-부산을 17번 왕복할 수 있는 휘발유량
  - ② 일반가정(255kWh/월)에서 약 1년 7개월 동안 쓸 수 있는 전력량
- kWh(전력량) : 가구나 설비가 일정 시간동안 가동하였을 때 소비(또는 발생)한 전기의 총량(kW×h)
  - 1kWh에서 나오는 발열량은 860kcal이나, 발전효율 40%기준 1kWh의 전기 에너지를 얻기 위해서는 2,150kcal 열량이 필요

## 46. 해외펠릿 동향

### 46.1 전세계 펠릿 생산 : ('06) 6 → ('07) 9 → ('08) 12 → ('09) 15백만톤(추정)

- 4개국(미국, 독일, 스웨덴, 캐나다)이 전 세계 목재펠릿의 절반을 생산('08)

국가	미국	독일	스웨덴	캐나다	오스트리아	이태리	러시아	핀란드	폴란드
생산규모(만톤)	273	240	220	175	100	75	120	68	67
생산량(만톤)	180	146	141	140	63	65	55	38	34
가동률(%)	66	63	64	81	63	87	46	53	51
공장수(개)	97	70	94	22	25	63	77	19	21

### 46.2 전세계 펠릿 소비 : 미국과 유럽 7개국이 전 세계 목재펠릿의 73%를 소비('08)

국가	스웨덴	미국	덴마크	벨기에	네덜란드	독일	이태리	오스트리아
소비량(만톤)	185	181	106	92	91	90	85	51
생산량(만톤)	141	180	13	33	12	146	65	63

### 46.3 유럽펠릿시장(2008)

- 생산 750만톤 → 생산된 펠릿의 약 60%는 가정용(고품질), 40%는 산업용(저품질)
- \* 유럽 펠릿 제조시설은 약 630개가 있으며, 평균 가동률은 54%
- 소비 890만톤 → 소비된 펠릿은 가정용(450만톤), 산업용(440만톤)이 반반
  - 발전용 : 네덜란드 88만톤, 벨기에 80만톤, 스웨덴 80만톤, 덴마크 50만톤
  - 난방용 :
 

· 독일('09) 보일러 14만대 · 오스트리아('08) 보일러 63천대 · 이태리('08) 스토브 935천대
· 스웨덴('08) : 가정용 보일러 12만대, 스토브 2만대, 중규모보일러 4천대, 지역난방 200개

### 46.4 펠릿수출입('08)

- 수출(만톤) : ①캐나다(111), ②독일(56), ③라트비아(34), ④에스토니아(34)
- 수입(만톤) : ①덴마크(93), ②네덜란드(79), ③벨기에(60), ④스웨덴(45)

### 46.5 펠릿가격('08, 가정용 평균, 부가세 포함, 운송비 제외)

국가	미국	스웨덴	덴마크	독일	영국	프랑스	이태리	오스트리아
톤당 평균가격	200\$	255€	284€	265€	150£	220€	216€	230€
VAT	판매세	25%	25%	7%	5%	5.5%	10%	10%

- \* 캐나다(밴쿠버) → 네덜란드(로테르담) : 140€/톤(CIF)

#### 46.6 공장규모

구분	오스트리아		스웨덴		이태리		캐나다	
	공장(개)	규모(만톤)	공장(개)	규모(만톤)	공장(개)	규모(만톤)	공장(개)	규모(만톤)
3만톤/年 미만	13	19	68	21	55	45	4	6
3만~7만톤/年	9	48	13	64	8	30	7	30
7만톤/年 이상	3	33	13	135	0	0	9	139
계	25	100	94	220	63	75	22	175

#### 46.7 주요 펠릿제조업체

국가	지역	업체명	年 생산규모
스웨덴	전국	Lantmännen Agroenergy	39만톤 - 5개 공장
	-	Stora Enso	35만톤 - 스웨덴 2, 러시아 2
독일	전국	German Pellets	67만톤 - 8개 공장(본부 : 비스마르)
오스트리아	-	Binderholz	25만톤 - 오스트리아 5, 독일 1
미국	알라바마	Dixie Pellet	45만톤 - '08년 설립
	플로리다	Green Circle BioEnergy	45만톤 - '08년 설립
캐나다	B.C.	Pinnacle Pellet	62만톤 - 5개 공장
	온타리오	Canadian Biopellets	50만톤 - '09년 설립

\* '11년 미국 조지아주 75만톤, '10년 러시아 서부 Vyborg 90만톤, 노르웨이 아베로이 45만톤

\* 펠릿제조설비는 ANDRITZ(오스트리아 기업)가 세계 의 50%를 점유

#### 46.8 주요 펠릿사용업체

국 가	소 비 처
덴마크	·자국 DONG 전력회사의 Avedøre 발전소, 스웨덴 전력회사 Vattenfall Amager 발전소
네델란드	·독일 에너지 기업 'RWE' 의 자회사 ESSENT의 Amer 8, 9 발전소 ·프랑스 에너지 기업 'SUEZ' 자회사 ELECTRABEL의 Gelderland 발전소 ·독일 에너지 기업 E. ON의 Maasvlakte 2 발전소 등
벨기에	·ELECTRABEL사의 Les Awirs(80MW, 전용), Rhodenhuiize(혼소) 발전소
스웨덴	·Öresundskraft 전력회사의 västhamnsverket 발전소, Fortum 전력회사의 Hässelby 발전소

\* RWE는 세계 최대 조지아주 공장과 세계 최초 바이오콜 펠릿공장(6만톤/年)을 '11년 건립